

Ronaldo Rogério de Freitas Mourão

# Astronomia Popular





## ASTRONOMIA POPULAR

*Uma obra de divulgação científica tem vários motivos para interessar o leitor: primeiro, porque põe ao alcance de sua cultura, em geral não especializada, os conhecimentos básicos da disciplina a que se refere; segundo, porque colabora para que o leitor venha a formar um conceito mais preciso e adequado dos assuntos tratados, servindo, assim, de uma espécie de curso introdutório a essa ciência. E sobretudo porque, no caso presente, trata-se da Astronomia, a ciência mais popular que existe, aquela que mais desperta a curiosidade e a atenção do público leigo.*

*Este livro do prof. Ronaldo Rogério de Freitas Mourão adota um critério bastante atraente para o leitor comum: associa as informações científicas às crendices populares, mostrando por que razões de ordem analógica certos fenômenos celestes deram origem a determinadas superstições — como no caso das estrelas cadentes, por exemplo. Convidando o leitor a um passeio estelar, o prof. Mourão vai desvendando os mistérios do Sol e do Sistema Solar, das estrelas, dos cometas, asteróides, nebulosas, galáxias, com dados precisos e atualizados até 1986.*

*No fundo trata-se de um roteiro pelos mais diversos caminhos trilhados pela Astronomia até hoje, valendo como um manual didático. Mas, aqui, outro fator que desperta o interesse do público é a*



*linguagem simples e coloquial do autor, longe do vocabulário técnico — e quando precisa falar em algo mais complicado, como a “paralaxe”, emprega símiles da vida cotidiana, buscando sempre clarificar seu pensamento.*

*Outro aspecto de interesse que o livro pode despertar é a desmistificação de certos termos antigamente empregados em Astronomia, num tempo em que ela ainda não havia chegado à era do telescópio: assim, esfera celeste fixou-se na linguagem vulgar por ter sido uma expressão cunhada ao tempo em que se julgava ser a Terra o centro do Universo e estar rodeada de vários círculos ou esferas ocas concêntricas; e mesmo na nossa linguagem de hoje empregamos expressões semelhantes, que evocam o período da Astronomia em que a noção de “céu” era exclusivamente associada à religião e ao misticismo.*

*O livro do prof. Mourão tem, desse modo, um valor definido e se transforma numa leitura bastante proveitosa, mesmo para aqueles que já possuem um conhecimento um pouco mais aprimorado de Astronomia.*

*Estabelecendo uma ponte entre a credence popular e o conhecimento científico, Mourão coloca-se numa posição de cientista que não despreza a cultura do povo, e sim sabe valorizá-la e compreendê-la sob todos os seus aspectos.*

*Fernando Py*



# Astronomia Popular



## DO MESMO AUTOR

- *Astronomia Popular*. Rio de Janeiro, Ciência Popular, 1960 (esgotado).
- *Atlas Celeste*. Rio de Janeiro, JCM Editora, 1971 (1.<sup>a</sup> ed.)/Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 1973 (2.<sup>a</sup> ed.)/Petrópolis, Vozes, 1981 (3.<sup>a</sup> ed. revista e ampliada); 1982 (4.<sup>a</sup> ed.); 1984 (5.<sup>a</sup> ed.); 1986 (6.<sup>a</sup> ed.).
- *Carta Celeste — Planisfério Celeste Móvel*. Rio de Janeiro, JCM Editora, 1971 (1.<sup>a</sup> ed.)/Rio de Janeiro, Gráfica Themis, 1975 (2.<sup>a</sup> ed.).
- *Céu da Bahia — Planisfério Celeste Móvel*. Feira de Santana, Fundação Universidade de Feira de Santana, 1975 (esgotado).
- *Astronomia e Poesia*. São Paulo/Rio de Janeiro, DIFEL, 1977.
- *Da Terra às Galáxias*. São Paulo, INF/Edições Melhoramentos, 1977 (1.<sup>a</sup> ed.)/São Paulo, Edições Melhoramentos, 1977 (2.<sup>a</sup> ed.)/Petrópolis, Vozes, 1982 (3.<sup>a</sup> ed. revista ampliada); 1984 (4.<sup>a</sup> ed.).
- *Alô Galaxia — Linha Ocupada*. Rio de Janeiro, Imago, 1978.
- *Astronomia e Astronáutica*. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1978 (1.<sup>a</sup> ed.); 1981 (2.<sup>a</sup> ed.); 1982 (3.<sup>a</sup> ed.).
- *Buracos Negros — Universos em Colapso*. Petrópolis, Vozes, 1979 (1.<sup>a</sup> ed.); 1980 (2.<sup>a</sup> ed.); 1981 (3.<sup>a</sup> ed.); 1984 (4.<sup>a</sup> ed.).
- *Anuário de Astronomia 1981*. Rio de Janeiro, Cap. Editora, 1980.
- *Universo: As Inteligências Extraterrestres*. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1980 (1.<sup>a</sup> ed.); 1981 (2.<sup>a</sup> ed.).
- *Anuário de Astronomia 1982*. Rio de Janeiro, Cap. Editora, 1981.
- *Carta Celeste do Brasil*. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1981 (1.<sup>a</sup> ed.); 1984 (2.<sup>a</sup> ed.); 1985 (3.<sup>a</sup> ed.); 1986 (4.<sup>a</sup> ed.).
- *Anuário de Astronomia 1983*. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1982.
- *Em Busca de Outros Mundos*. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1982 (1.<sup>a</sup> ed.), São Paulo, Círculo do Livro, 1985 (2.<sup>a</sup> ed.).
- *Anuário de Astronomia 1984*. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1983.
- *Universo Inflacionário — Introdução à Cosmologia*. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1983.
- *Anuário de Astronomia 1985*. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1984.
- *Astronomia do Macunaína*. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1984.
- *Explicando Astronáutica*. Rio de Janeiro, Ediouro, 1984.
- *Explicando o Cosmos*. Rio de Janeiro, Ediouro, 1984.
- *Introdução aos Cometas*. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1985.
- *O Cometa Halley Vem Aí* (Infantil). Rio de Janeiro, Salamandra, 1985. Out. (1.<sup>a</sup> ed.); nov. (2.<sup>a</sup> ed.); 1986 jan. (3.<sup>a</sup> ed.); mar. (4.<sup>a</sup> ed.).
- *Como Observar e Fotografar o Cometa Halley*. Petrópolis, Vozes, 1985.
- *O Rastro do Cometa (O Halley na imprensa carioca de 1910)*. Rio de Janeiro, Editora JB, 1985.
- *Anuário de Astronomia 1986*. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1985.
- *Nova Astronomia Popular*. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1986.
- *Anuário de Astronomia 1987*. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1986.



**Ronaldo Rogério de Freitas Mourão**

# **Astronomia Popular**



**Francisco  
Alves**



© Ronaldo Rogério de Freitas Mourão, 1987.

Revisão tipográfica: Renato Rosário Carvalho  
Paulo Roberto Spinelli

Impresso no Brasil  
*Printed in Brazil*

ISBN 85-265-0070-8

1987

Todos os direitos desta edição reservados à:  
LIVRARIA FRANCISCO ALVES EDITORA S.A.  
Rua Sete de Setembro, 177 — Centro  
20 050 — Rio de Janeiro — RJ



*A Memória de Regina Chagas Ferreira  
Machado, avó materna, que me ensinou  
as primeiras letras.*

*Blumenau, 1927*



## ASTRONOMIA POPULAR

Prefácio — A Astronomia Popular através dos tempos . . . . . 9

### Viagem ao redor do Sol

Esfera Celeste, movimento diurno e constelações . . . . . 19

Dia e Noite, um eterno girar . . . . . 27

Eterna Viagem ao redor do Sol . . . . . 35

Zodiaco, o caminho dos astros . . . . . 41

Corra do céu . . . . . 47

### Viagem pelo Sistema Solar

Sol . . . . . 55

Planetas . . . . . 61

Mercúrio . . . . . 69

Vênus, a papa-Céu . . . . . 73

Marte, o planeta dos camponeses . . . . . 79

Asteróides . . . . . 83

Júpiter, o planeta gigante . . . . . 89

Saturno, o planeta dos anéis . . . . . 95

Urano . . . . . 101

Netuno e Plutão . . . . . 107

Cometas, astros com cabeleira . . . . . 113

Meteoros, lágrimas de estrelas . . . . . 119

### A Lua e os eclipses

Lua . . . . . 127

Lua e suas fases . . . . . 131

Lua e maré . . . . . 137

Eclipse da Lua . . . . . 141

Eclipse do Sol . . . . . 147

*“Si je ne m’étais fait*

*poète,*

*je serais un*

*astronome.”*

Maiakovski, 1927



## ASTRONOMIA POPULAR

Prefácio — A Astronomia Popular através dos tempos . 9

### *Viagem ao redor do Sol*

Esfera Celeste, movimento diurno e constelações . . .	19
Dia e Noite, um eterno girar . . . . .	27
Eterna Viagem ao redor do Sol . . . . .	35
Zodíaco, o caminho dos animais . . . . .	41
Cores do céu . . . . .	47

### *Viagem pelo Sistema Solar*

Sol . . . . .	55
Planetas . . . . .	61
Mercúrio . . . . .	69
Vênus, a papa-ceia . . . . .	73
Marte, o planeta dos canais . . . . .	79
Asteróides . . . . .	83
Júpiter, o planeta gigante . . . . .	89
Saturno, o planeta dos anéis . . . . .	95
Urano . . . . .	101
Netuno e Plutão . . . . .	107
Cometas, astros com cabeleira . . . . .	113
Meteoros, lágrimas de estrelas . . . . .	119

### *A Lua e os eclipses*

Lua . . . . .	127
Lua e suas fases . . . . .	131
Lua e maré . . . . .	137
Eclipse da Lua . . . . .	141
Eclipse do Sol . . . . .	147



*Universo em expansão*

Brilho das estrelas .....	155
Temperatura das estrelas .....	159
Distância das estrelas .....	163
Vida e morte das estrelas .....	171
Estrelas variáveis .....	177
Estrelas explosivas : .....	181
Aglomerados estelares .....	187
Via-Láctea .....	193
Galáxias, universos-ilhas nos espaços siderais .....	199
Universo em expansão .....	205

*Viajem pelo Sistema Solar*

Sol .....	27
Planetas .....	61
Mercúrio .....	69
Vênus, a papa-cela .....	73
Marte, o planeta dos canais .....	79
Asteróides .....	83
Júpiter, o planeta gigante .....	89
Saturno, o planeta dos anéis .....	95
Urano .....	101
Netuno e Plutão .....	107
Cometas, ratos com cabelos .....	113
Meteoros, fagulhas de estrelas .....	119

*A Lua e os eclipses*

Lua .....	127
Lua e suas fases .....	131
Lua e maré .....	137
Eclipses da Lua .....	141
Eclipses do Sol .....	147



## **Prefácio**

### **A Astronomia Popular Através dos Tempos**

A idéia da divulgação da astronomia surgiu nos meados do século XVIII, com a publicação, pelo astrônomo inglês J. Ferguson (1710-1776), do livro *An easy introduction to Astronomy for young gentlemen and Ladies, in ten dialogues* (1764), traduzido para o francês sob o sugestivo título *Astronomie des demoiselles, ou entretiens entre un frère et sa soeur, sur la mécanique céleste, démontrée et rendue sensible sans le secours des mathématiques* (1827). Nesta qualificação encontramos a influência da *Astronomie* (1786) do astrônomo francês J. J. de Lalande (1732-1807), que, editada na coleção *Bibliothèque Universelle des Dames*, tomaria em sua segunda edição a orientação da coleção para completar o seu novo título: *Astronomie des Dames* (1795). É o início das grandes edições de livros de astronomia dedicado exclusivamente a vulgarizar a ciência do céu para o grande público.

Desde a origem dos tempos à astronomia ocupou nas crenças do povo uma importância e atração considerável, como se pode verificar pelo rico folclore de fundo astronômico. Os próprios filósofos, escritores, poetas e músicos, através dos tempos, têm testemunhado sua admira-



ção por este ramo do conhecimento humano. Poderíamos citar na Antigüidade: Platão em *Epinomis*; Virgílio em *Geórgica*; Horácios em *Epistolas*; Ovídio em *Fastos*; Plínio em *História natural*; Clemente de Alexandria, em *Stromata*, e nos Tempos Modernos Tasso em *Gierusalemme Liberata*, La Fontaine em *Fables* (Sonho de um habitante de Mogol), Dante Alighieri em *La Divina Commedia*, Camões em *Os Lusíadas* etc.

Aquela preocupação em divulgar as conquistas da ciência astronômica, iniciada com Ferguson, iria acentuar-se, no século XIX, principalmente, em sua segunda metade, quando se iniciaram as grandes edições ilustradas sobre ciência e técnica.

É com a publicação de *Populäre Astronomie* (1804-1810), de autoria do astrônomo alemão F. T. Schubert (1789-1865), em St. Petersburgo, que surge pela primeira vez a expressão astronomia popular que iria substituir a astronomia para senhoras ou senhoritas, que prevaleceu no século XVIII quando na Europa as mulheres começaram a se interessar pelas ciências em geral.

O interesse germânico pela divulgação é notável, como prova o livro *Populäre Astronomie* do astrônomo austriaco J. J. Littrow (1781-1840) que editou em Viena, 1825, uma edição em dois volumes, e, em Stuttgart, 1834, uma edição em três volumes. As edições sucessivas em 1842, 1847, 1854 em Stuttgart e em 1865 a 1878 em Berlim, bem como sua tradução em Estocolmo evidenciam os interesses que a astronomia começava produzir na Europa.

Surge logo, em seguida, num período de grandes descobertas astronômicas, em particular, da astronomia sideral, a publicação do *A treatise on Astronomy* (Londres,



1831) do astrônomo inglês J. F. W. Herschel (1792-1871), com edições sucessivas em 1833, 1839, 1844 e 1851 que seria traduzido em alemão, por J. Michaelis, como *Populäre Astronomie* (Leipzig, 1838) e em sueco, por P. Pedersen, também como *Populair Astronomie* (Copenhague, 1838).

A esta aceitação anglosaxônica da astronomia popular, seria logo no fim do primeiro quartel do século XIX, absorvida pelo astrônomo belga A. Quetelet (1796-1874) que editou *Astronomie Populaire* (Bruxelles, 1827), com uma segunda edição dez anos depois, e uma tradução em italiano *Astronomia Popolare* (Roma, 1829). Seguem-se a *Populäre Astronomie* (Berlim, 1841) do astrônomo alemão F. J. Madler (1795-1845), com edições sucessivas em 1846, 1847, 1849, 1861, 1867 e 1879. Neste mesmo ano, o astrônomo alemão G. A. Jahn escreveu *Populäre Sternkunde* (Leipzig, 1842) cujas edições sucessivas em 1843, 1847, 1851 e 1857 evidenciaram de novo o enorme interesse do povo pela astronomia na Alemanha. Este interesse aliás é até hoje permanente entre os germânicos que editam várias revistas dedicadas exclusivamente à astronomia popular.

É desta época a publicação do livro *Kosmos* (Stuttgart e Tübingen, 1845-1862), em cinco volumes, do cientista alemão A. Von Humboldt (1769-1859) que apresenta uma descrição física do mundo para o grande público, com um grande embasamento histórico até hoje de grande valor. Este livro, traduzido em várias línguas, iria inspirar, um século mais tarde, ao astrônomo norte-americano Carl Sagan (1934- ), o livro *Cosmos* (1980) que ficou célebre por sua série televisada.

Só no fim da primeira metade do século XIX, a idéia da



astronomia popular, iniciada nos fins do século XVIII, entusiasmou o astrônomo francês François Arago (1786-1853) que professou o primeiro curso popular de astronomia, no Observatório de Paris, origem inicial ao livro *Leçons d'Astronomie* (1845). Mais tarde, inspirado neste curso quatro grandes volumes seriam publicados com o título *Astronomie Populaire* (Paris e Leipzig, 1854-1857), que foram traduzidos para o inglês, por W. H. Smyth e R. Grant, como *Popular Astronomy* (London, 1855) e para o alemão, por H. Hankel, como *Populäre Astronomie* (Leipzig, 1855-1859).

Outros livros de vulgarização, *Popular Astronomy* (London, 1856-1857) foi escrito por D. Lardner e *Le Ciel, notions d'Astronomie à l'usage des gens du monde et de la jeunesse* (Paris, 1864) de autoria do astrônomo francês A. Guillemin, teria um enorme sucesso, com edições em 1865, 1867, 1869 1876. Duas traduções, uma inglesa *The Heavens, illustrated Handbook of Popular Astronomy* (London, 1878) e outra alemã *Die Wunder der Sterwelt, illustrierte Astronomie für Laien* (Berlim, 1865) mostram o grande apelo que a astronomia exercia na época.

Até mesmo o grande astrônomo norte-americano Simon Newcomb (1835-1909) não se privou de escrever a sua *Popular Astronomy* (London, 1878).

Finalmente, há mais de um século, o astrônomo e escritor francês Camille Flammarion (1842-1925) escreveu *Astronomie Populaire, description generale du ciel* (Paris, 1880) livro que traduzido para quase todas as línguas, fez com que a astronomia popular fosse associada ao nome do grande divulgador da ciência dos astros em todo o mundo. Sua influência foi enorme no próprio Brasil, graças a sua



ação como astrônomo bem como sua formação espiritualista. Tão intensa foi esta idéia que pouco se recordam hoje que foi na Rússia e na Alemanha que surgiu a idéia da popularização da astronomia, no século XIX, como uma seqüência do que ocorreu no século XVIII, na Inglaterra e França com vulgarização da astronomia para “les femmes savantes”, que começavam a ser liberar na luta pela sua participação nos conhecimentos científicos.

No Brasil, o mais conhecido divulgador da astronomia foi sem dúvida Camille Flammarion, através de suas inúmeras obras em particular de sua *Astronomie Populaire*.

Em 1960, publicamos uma *Astronomia Popular*, editada pela revista Ciência Popular. Seu sucesso fez com que logo estivesse fora do mercado. Com seu texto totalmente desatualizado tentamos vários outros títulos, entre eles o de *Astronomia e Poesia* (1977), para reunir textos que divulgassem a ciência dos astros de modo objetivo e mais popular possível associando as idéias astronômicas expressas por nossa história e folclore. Hoje esgotadas estas duas obras, relançamos uma nova versão de *Astronomia Popular*, orientada dentro de uma conotação coloquial cujo objetivo é de servir também como obra de leitura bem como de escuta, através do novo processo do livro em fita-cassete, que o Áudio Cultural e a Livraria Francisco Alves Editora vêm lançando com grande sucesso no Brasil.

*Ronaldo Rogério de Freitas Mourão.*



## Agradecimentos

*À Fernando Py e Alberto Delerue pelas sugestões para esta edição de Astronomia Popular, assim como ao USIS e ao Museu de Astronomia do CNPq, pelas fotografias.*

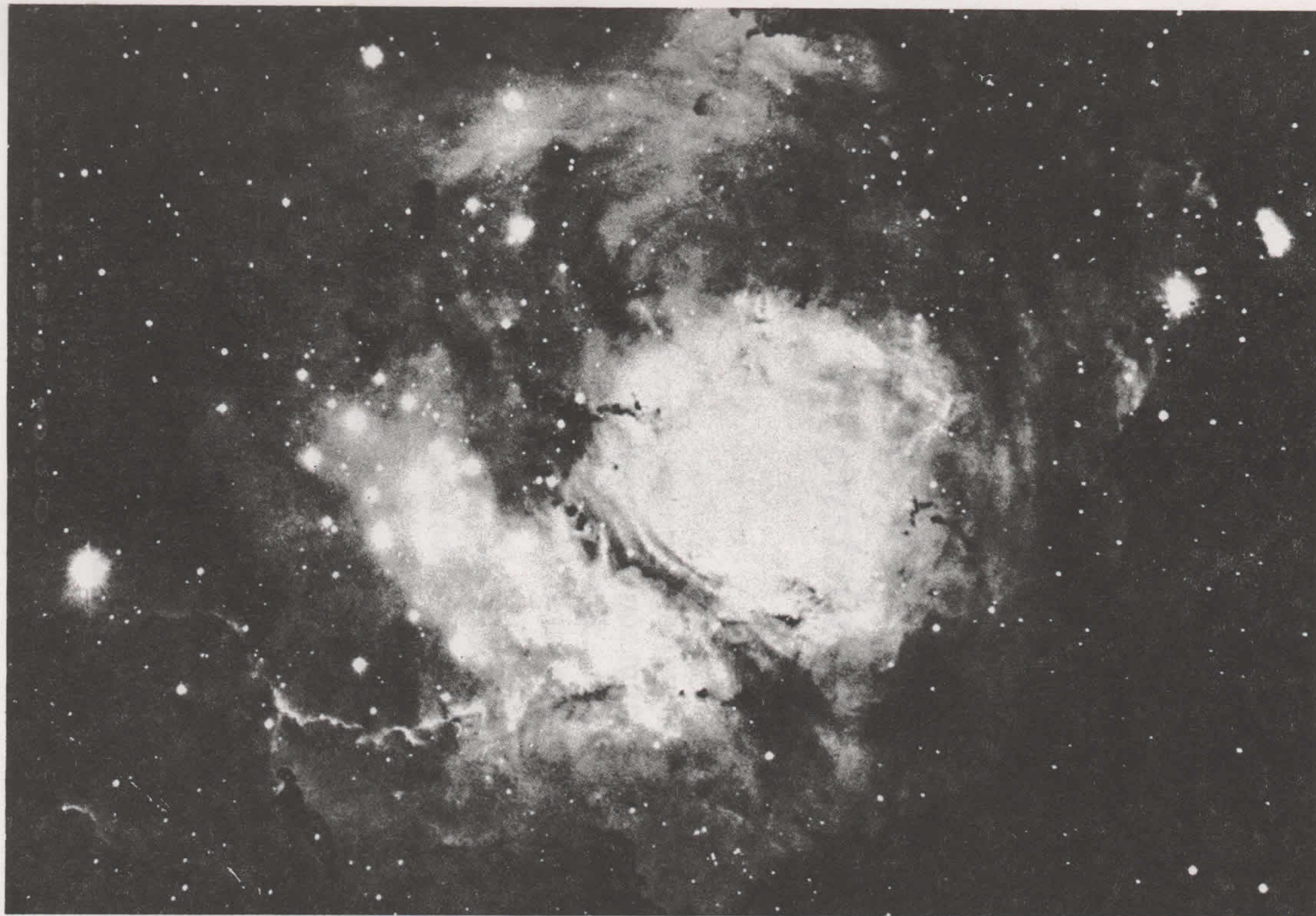


# *I*

## *Viagem ao Redor do Sol*

Publicado na coleção (Série) de Seguros (Seguros), Foto, editado pelo Observatório de L&L.





Nebulosa na constelação de Sagittarius (Sagitário), fotografada pelo Observatório de Lick.



## *Esfera celeste, movimento diurno e constelações*

Esta é a primeira viagem que faremos juntos. Uma viagem maravilhosa, diferente, por mundos quase desconhecidos... Por isso, prepare-se. Deixe de lado suas preocupações. Esqueça-se da Terra e procure imaginar o mais lindo céu.

Céu, tão grande é o céu, e o bando de nuvens que passam ligeiras, aonde elas vão, ah eu não sei, não sei... Tomara que você tenha imaginado um céu límpido, sem nuvens, apesar de noite. Com um brilhante luar e muitas estrelas piscando o tempo todo...

Pois vamos começar nosso passeio pelo céu, conversando sobre estrelas.

Podemos afirmar que existem mais de seis mil estrelas visíveis a olho nu, isto é, sem o auxílio de aparelhos especiais. É claro que ninguém irá contá-las, uma a uma, para constatar este número. Primeiro porque do nosso hemis-



fério não podemos ver todas elas. Depois porque o seu número real é incontável.

Observando o céu, numa noite estrelada, você poderá notar que nem todas as estrelas possuem o mesmo brilho ou a mesma coloração. Algumas são avermelhadas . . . Outras, azuis, quase brancas. E outras ainda, alaranjadas . . . Isto sem falar no brilho, que varia muito, de estrela para estrela. Esta variedade de brilho das estrelas pode ser facilmente explicada: elas não estão localizadas à mesma distância da Terra. Pelo contrário: situam-se a distâncias as mais diversas . . .

No entanto, não é essa a impressão que temos ao observar o céu. Realmente, parece que as estrelas estão todas numa mesma superfície redonda que nos envolve completamente. Aliás, os astrônomos representam esta superfície como um enorme globo.

A impressão de que as estrelas estão situadas à mesma distância, numa superfície redonda, levou os antigos estudiosos do assunto a denominar de *esfera celeste* a imensa abóbada na qual elas se localizam. Esta idéia, apesar de falsa, é bastante cômoda. Afinal, o estudo da Astronomia fica mais fácil se posicionarmos as estrelas numa imensa esfera.

Mas nem sempre o caminho mais fácil é o verdadeiro. Assim, os astrônomos logo perceberam que a abóbada celeste não era uma enorme esfera de cristal onde o Criador tivesse colocado luzes de diferentes brilhos. A esfera celeste, essa abóbada que o povo denomina céu, é uma criação da nossa mente.

A realidade é bem diferente; as estrelas estão situadas a distâncias diversas, formando desenhos que variam também em dimensão e forma.

Dissemos que as estrelas formam desenhos no céu. Realmente . . . se você observar com atenção numa noite



estrelada, poderá notar que algumas estrelas, agrupadas, parecem formar diferentes figuras.

Com certeza você já ouviu falar no Cruzeiro do Sul. Na Ursa Maior . . . Ou, ainda, na Ursa Menor . . .

Assim, as pessoas começaram a designar os grupos de estrelas pelos nomes das figuras que elas pareciam formar. E foi essa facilidade em associar as estrelas entre si que levou os antigos astrônomos a classificá-las em grupos. Estes grupos são as *constelações*, que, num total superior a 88, dividem o céu em regiões.

As classificações das estrelas em constelações foi efetuada pelos povos primitivos que viviam na Mesopotâmia. Ao que parece, eles tinham a imaginação muito fértil. Pois associavam-nas a seres mitológicos ou animais que supunham viver no céu. Um bom exemplo disso é a constelação de Escorpião: quase semelhante, na forma, ao animal a que está associado.

Podemos observar as duas garras do Escorpião do lado oeste. Já a cauda é constituída por um conjunto encurvado de sete estrelas menos brilhantes.

A estrela mais brilhante da constelação de Escorpião é Antares, uma estrela vermelha, próxima ao zênite, ou seja, ao ponto mais elevado que podemos observar, exatamente acima de nossas cabeças.

Se você mora em Belém do Pará poderá ver Antares um pouco mais ao sul do zênite. Mas, se está no Rio Grande do Sul observa um pouco mais ao norte do zênite. Lá estará Antares, linda como sempre.

O nome pela qual cada constelação é conhecida pode variar de acordo com a região. Nas ilhas do Pacífico Sul, por exemplo, a constelação do Escorpião é chamada de Palmeira. Os habitantes dessas ilhas, sempre que a vêem, comparam-na à uma palmeira formada de estrelas.

Agora uma curiosidade sobre a constelação do Escor-



pião. A mitologia grega conta que o Escorpião foi o animal escolhido pela divina caçadora Diana para matar o caçador Orion, que estava intervindo em suas atividades. Mas o escorpião, por mais que tentasse, jamais conseguiu afe-roar Orion. O caçador sempre lograva escapar.

Quando as estrelas da constelação de Escorpião estão aparecendo de um lado do céu, as da constelação de Orion justamente desaparecem do outro lado do horizonte. É que elas estão muito distantes, situadas em lados opostos do horizonte. E assim, tanto na lenda quanto no céu, o Escorpião jamais conseguiu alcançar Orion.

Se você tivesse observado o céu, desde o instante em que começou a ler este livro, teria notado que algumas estrelas mudaram de lugar. E se continuasse nesta observação durante toda a noite, veria que as estrelas nascem do lado leste do horizonte e se deslocam paralelamente em direção ao lado oeste, onde desaparecem. Este movimento aparente é produzido pela rotação da Terra em torno do seu eixo. Como se processa durante 24 horas, aproximadamente, chama-se *movimento diurno*. Observe e constate: o movimento diurno dá a impressão de que toda a esfera celeste, inclusive as estrelas, está se deslocando, *continuamente*.

Nas regiões do Sul, próximas ao Cruzeiro do Sul, vamos notar que as estrelas parecem girar em redor de um ponto, o *pólo celeste*. Pólo celeste é o ponto no qual o eixo de rotação da Terra penetra na esfera celeste.

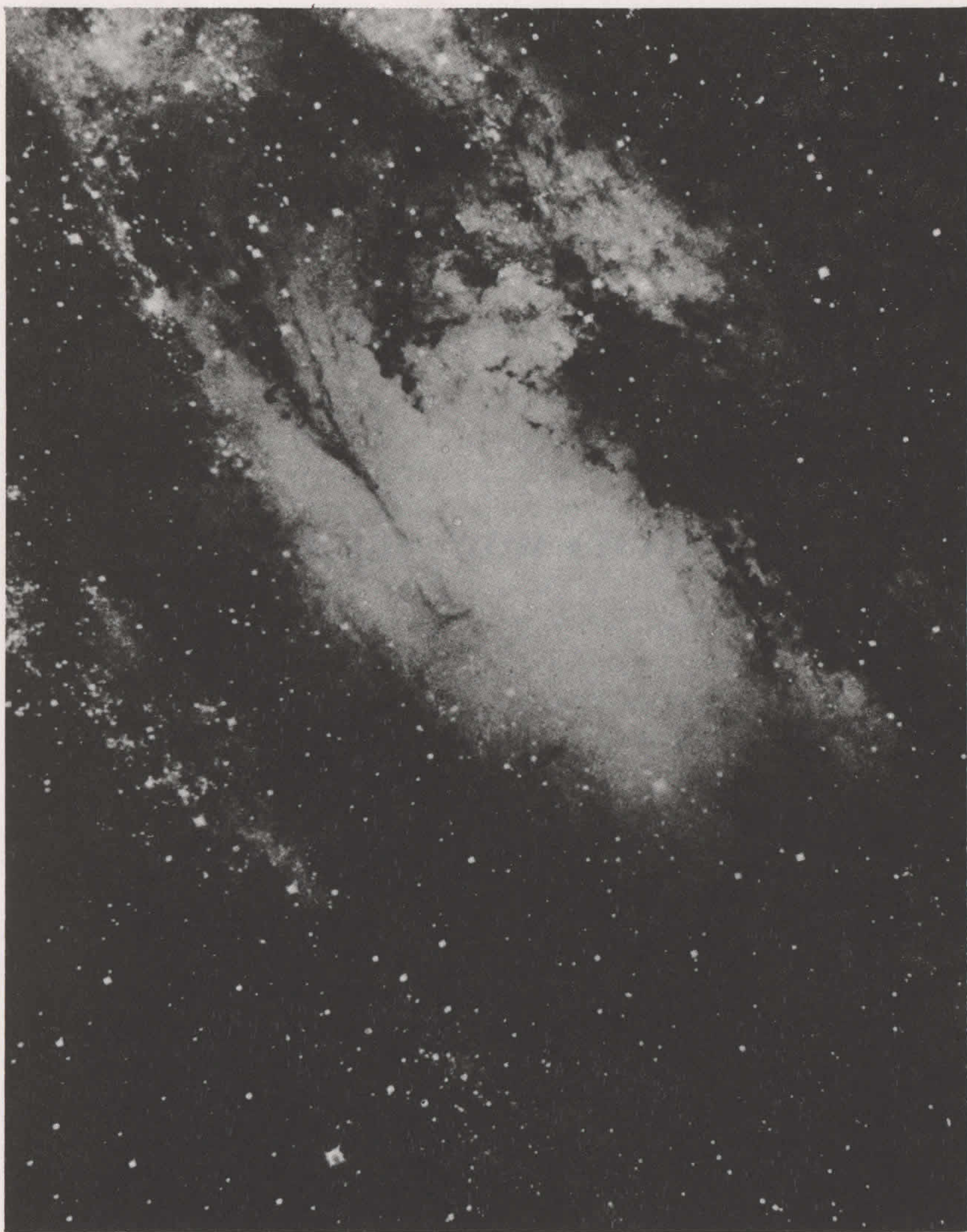
Se você estiver no Norte do Brasil, terá maior dificuldade em localizar este ponto, pois ele está muito próximo ao horizonte sul. Já o leitor do Rio Grande do Sul poderá ver o pólo celeste bem alto, em relação ao horizonte.

Nas regiões próximas à linha do Equador, todas as estrela nascem e se põem quatro minutos mais cedo, a cada dia que passa. Ao final de 365 dias, tal adiantamento dará



um total de exatamente 24 horas. Por isso, se você observar o céu todas as noites, sempre à mesma hora, notará que o seu aspecto irá se modificando. Algumas estrelas e constelações deixam de ser visíveis, enquanto outras vão surgindo no horizonte do lado leste. E se voltar a observar o céu daqui a três meses, verá que tal modificação será bem mais sensível. Ao término de seis meses, você poderá verificar que todas as constelações visíveis serão diferentes, pois você está vendo o outro lado do céu estrelado que era invisível em virtude da luz solar.





Detalhe do centro de galáxia de Andrômeda.



## *Dia e noite, um eterno girar*

Todas as manhãs assistimos ao nascer de um novo dia. É o Sol que surge e inicia sua caminhada luminosa pelo céu. Mas, todas as noites, também podemos assistir ao escurecer do dia. É o Sol que se retira e morre no horizonte . . . E costumamos dizer: o Sol nasce . . . o Sol se põe. Está sempre presente, sempre brilhante . . . Apenas parece nascer e morrer, em virtude do movimento de rotação do nosso planeta.

Chamamos *rotação* ao movimento da Terra em torno de si mesma. À sua volta completa em torno de seu próprio eixo.

Quando amanhece, temos realmente a impressão de que o Sol nascendo está se dirigindo diretamente para a parte da Terra em que vivemos. Assim, o dia é quase uma ilusão. É dia somente para quem vive na parte da Terra que está voltada para o Sol.



À medida que a parte da Terra em que vivemos se desloca para longe dos raios solares, o dia vai morrendo . . . o Sol desaparecendo. Em dado momento temos a impressão que o Sol se pôs. Na verdade, o Sol está permanentemente brilhando. Apenas não ilumina ao mesmo tempo toda a superfície do nosso planeta. Assim enquanto o Sol ilumina uma parte da Terra, a outra fica na sombra. De um lado é dia, do outro é noite.

Da mesma forma, as estrelas brilham tanto durante o dia quanto durante a noite. Só não as vemos o tempo todo em virtude da intensidade de luz que o Sol espalha sobre a atmosfera.

A volta completa da Terra sobre o seu eixo, você já sabe, denomina-se *rotação*. A rotação terrestre é feita em 24 horas. Ou seja: em um dia e uma noite.

Durante a meia-volta da Terra que para nós é o dia, temos a impressão de que o Sol atravessou o céu de um horizonte a outro, descrevendo um semicírculo.

Durante a segunda meia-volta, que para nós representa a noite, são os habitantes do outro lado da Terra que vêem o Sol atravessar o céu.

É que a Terra gira sobre si mesma como uma bola gira em torno da linha que passa pelo seu centro. A esta linha imaginária chamamos *eixo de rotação*.

O eixo de rotação da Terra vai de um ponto a outro do nosso globo terrestre. Estes dois pontos são os pólos. O Pólo Norte e o Pólo Sul.

Um ponto da superfície terrestre localizado perto de um dos pólos descreve, na sua rotação, um pequeno círculo em torno do eixo. A sua velocidade de rotação é, assim, muito pequena.

Na Terra do Fogo, por exemplo, situada no extremo sul da Argentina, a velocidade de rotação não deverá ultrapassar 600 quilômetros por hora. Já em Porto Alegre o



círculo descrito é consideravelmente maior, ultrapassando a velocidade de rotação os mil quilômetros por hora.

A parte da Terra que gira mais rapidamente é a situada bem próxima à linha do Equador: linha imaginária que divide a Terra passando a meio caminho dos dois pólos. Nas regiões bem próximas à linha do Equador, a velocidade de rotação atinge aproximadamente a 1.700 quilômetros por hora.

Não importa o lugar da Terra onde você esteja. Você não sente a Terra girar . . . Porque ela gira de maneira uniforme, sem qualquer solavanco. E quando tudo gira em conjunto nada parece se mexer . . .

É o que acontece quando viajamos de avião numa velocidade uniforme. Se não olharmos para o exterior, não percebemos que o avião se desloca.

Se você já viajou de trem ou mesmo de carro a grande velocidade, deve ter tido a impressão de que as árvores e os postes da beira da estrada se movimentavam em sentido contrário ao do seu veículo.

O mesmo ocorre em relação ao Sol. A Terra, nosso trem espacial, gira de oeste para leste. Mas temos a impressão de que é o Sol que se desloca em direção oposta.

Todos os dias o Sol nasce do lado leste e se eleva no céu até atingir o seu ponto mais alto do meio-dia. Depois, continua o seu caminho para oeste, onde se deita. No dia seguinte, após vinte e quatro horas, o Sol volta a atingir o seu ponto mais elevado.

Por isso, até o início do século XX, as pessoas acertavam seus relógios pela posição do Sol no céu. E eram comuns os relógios do Sol, que consistiam numa haste inclinada que projetava sua sombra sobre um mostrador.

Afirmava-se, então, que era exatamente meio-dia



quando o Sol se encontrava a pino, isto é, quando atingia o seu ponto mais elevado no céu.

Este sistema funcionou muito bem, enquanto os meios de comunicação não eram tão rápidos e as pessoas viajavam pouco. Mas, com os modernos trens, navios e aviões, verificou-se que havia lugares em que o instante do meio-dia se produzia mais cedo ou mais tarde.

A leste do Rio de Janeiro, por exemplo, o Sol se coloca a pino mais cedo. A oeste, mais tarde.

Ora, os viajantes que iam para o leste ou para o oeste tinham dificuldade em manter seus relógios na hora exata. Ela mudava de uma cidade para outra . . . E a situação se complicava ainda mais quando se viajava para fora do país.

O problema da determinação de uma hora única para todo o mundo só foi resolvido quando representantes de todos os países se reuniram em 1913, para adotar um sistema comum de tempo. Resolveram então utilizar o tempo universal, ou seja, a hora do meridiano do Observatório Real de Greenwich, na Inglaterra.

Escolheu-se a Inglaterra, pois as melhores cartas geográficas da época tinham sido levantadas a partir deste meridiano.

Uma vez definida a hora pelo meridiano de origem, dividiu-se a Terra em 24 seções, ou *fusos horários*, linhas imaginárias que atravessam a Terra de um pólo a outro. Verdadeiros gomos de laranjas, como diziam, na época, os jornais brasileiros.

Alguns cronistas mais conservadores chegaram a afirmar que dividir a Terra em gomos só iria provocar mais confusão. E que, com 24 fusos horários diferentes, a hora iria variar, em todo o mundo, 24 vezes, causando a maior complicação.

Mas, ao contrário, não foi isto o que sucedeu. Veja só:



começamos a contar os fusos horários a partir do meridiano de Greenwich. Assim, quando o Sol atinge o seu ponto mais elevado no céu é meio-dia em todo o fuso horário de Greenwich. Em cada fuso a oeste de Greenwich, todos os relógios marcam uma hora a menos que os relógios do fuso anterior. Assim, quando é meio-dia em Greenwich, são nove horas da manhã no Rio de Janeiro ou Brasília, cidades que estão localizadas no terceiro fuso a oeste.

E assim por diante. A cada fuso horário a oeste de Greenwich diminui-se uma hora para se ter a hora oficial local.

Algumas vezes, utilizamos, como linhas limites de cada fuso horário, as linhas de fronteira entre dois estados ou países.





Protuberância Solar em forma de tamanduá obtida durante o *eclipse do Sol* de 1919, em Sobral, pelo astrônomo Henrique Morize.



## *Eterna viagem ao redor do Sol*

Uma viagem em torno do Sol.

Senhoras e Senhores, bem-vindos a bordo... A partir de agora, como em todo o sempre, vocês estão viajando conosco.

Nossa aeronave, o planeta Terra...

Nossa velocidade, 30 quilômetros por segundo...

Nosso destino, uma volta em torno do Sol.

Por isso, preparem-se... Apertem os cintos e boa viagem!

A cada novo ano a Terra inicia o seu movimento de translação. Uma viagem pelo espaço ao redor do Sol, numa rota de aproximadamente um bilhão de quilômetros.

A velocidade da Terra em seu giro de translação é vertiginosa: aproximadamente 2 milhões e 500 mil quilôme-



tros por dia . . . num ritmo tão suave que não o sentimos jamais.

O caminho que a Terra percorre no espaço é quase um círculo cujo centro é o Sol. A distância mantida entre o Sol e a Terra, durante todo o percurso, é quase sempre a mesma: 150 milhões de quilômetros. Se estivéssemos à metade dessa distância, nos queimaríamos . . . Ao dobro, morreríamos de frio.

As variações de temperatura, ou seja, o frio do inverno e o calor do verão, são provocadas pela inclinação que o eixo de rotação da Terra toma ao efetuar seu movimento em torno do Sol.

Este fenômeno não ocorreria se a Terra girasse em torno do Sol com o eixo de rotação sempre perpendicular ao plano do seu movimento de translação. A temperatura seria constantemente a mesma. Não haveria inverno, ou verão.

É, portanto, a inclinação do eixo de rotação de nosso planeta que faz com que uma região do globo terrestre receba mais calor do Sol numa determinada época do ano que em outra. Daí, as estações.

No dia 21 de dezembro, isto é, no início do verão para o hemisfério Sul, o Pólo Sul está inclinado para o Sol. O Pólo Sul e as regiões vizinhas recebem diretamente a luz do Sol. Todos os países do hemisfério Sul recebem mais radiações do Sol. Os dias são longos, as noites curtas. Faz calor . . . É o verão.

Já no dia 21 de março, a situação é diferente na região Sul do globo terrestre. A Terra atingiu o ponto de sua órbita onde os raios solares atingem de maneira igual os dois pólos. Em todas as regiões da Terra os dias e as noites têm igual duração.

A 21 de junho, o inverno começa no hemisfério Sul. A Terra já descreveu metade de sua órbita. Está no ponto



oposto que ocupava em 21 de dezembro, primeiro dia de verão. Desta vez, o Pólo Norte é que está inclinado para o Sol.

Os raios solares já não atingem tanto o Pólo Sul. E nos países como o Brasil, situados na parte sul do globo terrestre, as noites são mais longas que os dias. É a estação dos dias curtos . . . Faz frio em nosso hemisfério . . .

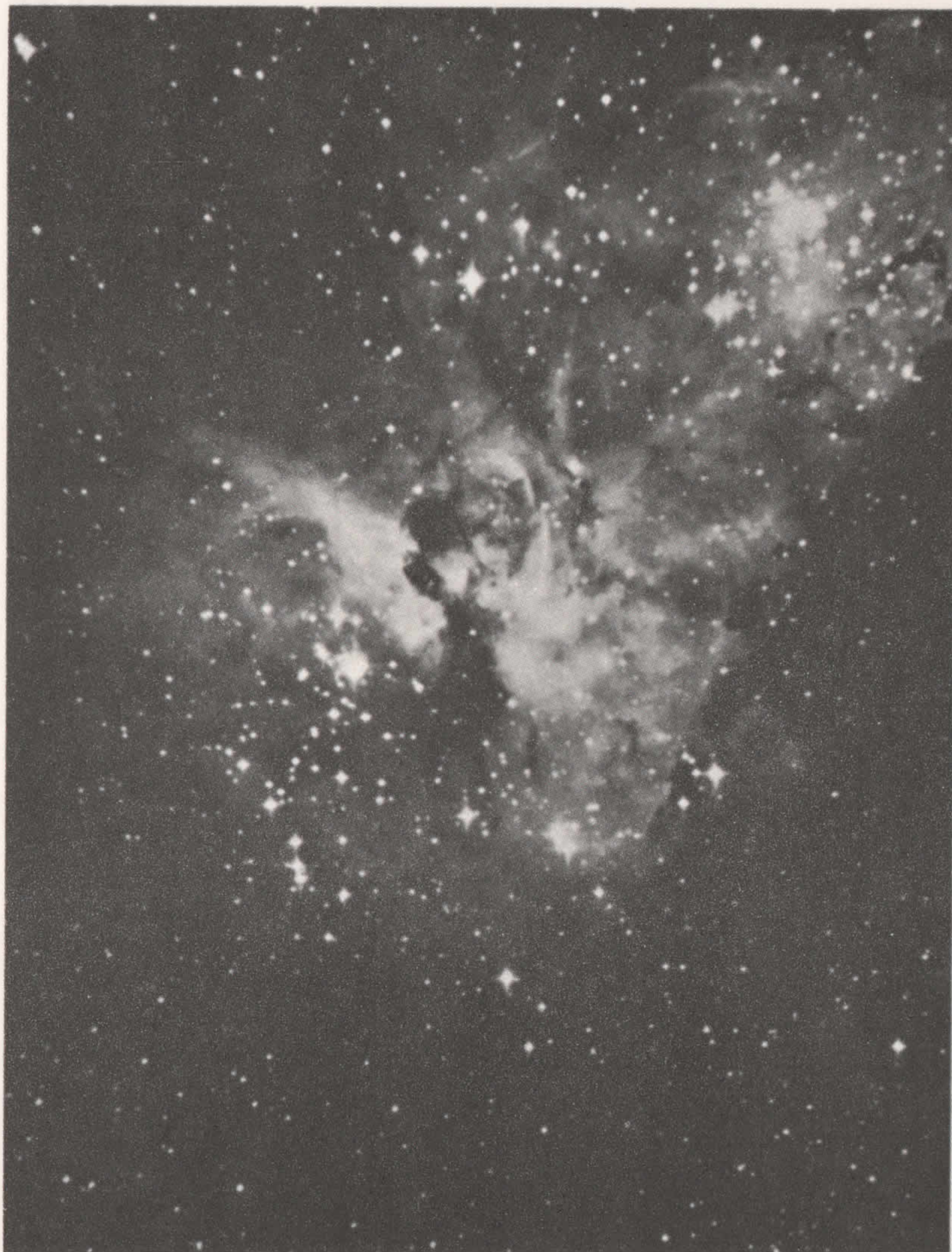
No hemisfério Norte, ao contrário, os dias são longos e as noites curtas. Faz calor, pois o Pólo Norte está inclinado para o Sol.

Em muitas regiões do hemisfério Norte o inverno é uma estação triste. Mas em outros lugares, como no Nordeste do Brasil, o inverno é a salvação, a época das chuvas.

E novamente, em 21 de setembro, dias e noites têm a mesma duração. É a primavera que se inicia, trazendo a esperança, as flores, os coloridos.

E a Terra chega ao fim de mais uma viagem em torno do Sol. Os dias se tornam cada vez mais longos em nosso hemisfério, até o dia 21 de dezembro, quando uma nova viagem terá início.





Região de Eta Carinae, com foto obtida com o telescópio de 40cm do Observatório Europeu Austral em La Silla, Chile.



## ***Zodíaco, o caminho dos animais***

Quando viajamos de automóvel, podemos nos orientar com o auxílio de setas e placas existentes ao longo da estrada. São sinais ali colocados para indicar aos viajantes os vários caminhos.

Pois bem. Em nossa eterna viagem em torno do Sol, podemos também contar com a ajuda de sinais de orientação. Sinais celestes que nos permitem saber a exata localização de nosso planeta em sua rota de translação.

Estes sinais são as constelações: agrupamentos de estrelas que assumem formas e sugerem no céu desenhos de seres e coisas.

As constelações que vemos no céu variam de posição segundo as estações. Isso mesmo. Você pode facilmente perceber que todas as estrelas visíveis nas noites de inverno desaparecem acima do horizonte nas noites de verão.

Por outro lado, as estrelas visíveis nas noites de verão



parecem se localizar abaixo da linha do horizonte, nas noites de inverno. Somente as estrelas situadas nas vizinhanças dos pólos permanecem visíveis no verão e no inverno.

Esta aparente mudança de posição das estrelas no céu é provocada pelo movimento de translação da Terra.

Exato. Você sabe que, a cada ano, nosso planeta inicia uma nova viagem em torno do Sol.

Preste atenção: no inverno, por exemplo, a Terra já descreveu praticamente metade de sua órbita. Neste ponto podemos verificar que um conjunto de constelações se projeta sobre o fundo escuro do espaço cósmico. Ao mesmo tempo, deixamos de ver um outro conjunto de constelações. É que elas desaparecem à luz intensa que o Sol irradia.

Seis meses mais tarde, a Terra se encontra num ponto localizado na outra metade de sua órbita. É o verão. As constelações que podemos ver, então, são aquelas que não eram vistas no inverno em virtude da luz solar.

Por outro lado, as constelações que víamos nas noites de inverno são agora invisíveis devido à intensa luz do Sol.

Somente durante um eclipse total do Sol é que podemos ver, durante alguns instantes, as constelações de inverno, no verão, e as constelações de verão, no inverno.

À medida que a Terra descreve sua órbita em torno do Sol, todas as constelações, com exceção daquelas que estão próximas do Cruzeiro do Sul, para os habitantes do hemisfério Sul, e das que estão próximas da Estrela Polar, para o hemisfério Norte, parecem atravessar o céu noturno, como numa enorme procissão.

Realmente ... Se você, leitor, escolher uma dessas constelações e passar a observá-la todas as noites, à mesma hora, poderá notar que, a cada noite, sua constelação aparecerá um pouco mais deslocada para o oeste ...



Enquanto as estrelas parecem avançar na sua procissão anual, também o Sol parece se deslocar entre as constelações zodiacais: ÁRIES (Carneiro), TAURUS (Touro), GEMINI (Gêmeos), CÂNCER (Caranguejo), LEO (Leão), VIRGO (Virgem), LIBRA (Balança), SCORPIUS (Escorpião), SAGITTARIUS (Sagitário), CAPRICORNIUS (Capricórnio), AQUARIUS (Aguadeiro), PISCES (Peixes).

Todas essas constelações têm nomes, com exceção de três, que lembram nomes de animais, alguns mitológicos. Foi em virtude desses nomes que os antigos denominaram o caminho circular que o Sol parece descrever entre as estrelas, de *ZODÍACO*, isto é, *círculo de animais*.

Na realidade, o Sol não se desloca entre as constelações. O movimento da Terra em torno do Sol é que nos dá essa impressão.

Se os 12 signos existem ou não, não nos cabe discutir. O fato é que estão mencionados em tábuas antiqüíssimas, onde os antigos observadores do céu escreviam suas anotações. Algumas destas tábuas têm mais de três mil anos.

Os pastores-agrônomos da velha Mesopotâmia dividiram o Zodíaco em 12 partes iguais. A cada parte corresponde uma constelação. E a cada constelação corresponde um signo.

Os pastores-astrônomos acreditavam que as estrelas de alguma forma dirigiam os eventos da vida humana, uma vez que, por exemplo, as plantas cresciam e floresciam na época do aparecimento de certas estrelas. Assim, como a chuva era mais intensa com a entrada do Sol em Aquarius, associavam o signo do Aquário à fertilidade e à fecundidade.

Já o signo de Escorpião era associado à esterilidade, ao momento em que o aparecimento da constelação de Escorpião anunciava a época das secas.

Assim surgiram os astrólogos, sacerdotes estudiosos



do céu que pretendiam prever o futuro de uma pessoa, com base nas posições dos astros no zodíaco no momento de seu nascimento.

Muitas pessoas acreditam na Astrologia. Outras preferem saber, como nós, que o que realmente motiva tais mudanças na natureza são as sucessivas estações do ano que os antigos não podiam marcar por falta de um bom calendário.





Região da Via-Láctea, no hemisfério sul, vendo-se à esquerda a constelação do Cruzeiro do Sul, com a nebulosa escura do Saco de Carvão.



## *Cores do céu*

Quase sempre, quando nos referimos à beleza do céu, pensamos na noite e nas estrelas. Mas também muito lindas são as colorações que apreciamos ao amanhecer e ao cair da tarde. Todas essas belas cores que vemos no céu, durante o dia, têm sua origem no Sol.

Cada raio de Sol contém todas as cores do arco-íris: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, roxo e violeta. Quando essas cores se misturam, o resultado é a luz branca do Sol.

É fácil observar esse fenômeno da decomposição das cores. É só pegar um cristal — quer dizer, um pedaço de vidro cortado em ângulo e deixar que a luz do Sol o atravesse. Do outro lado, vão aparecer as sete cores do arco-



íris. A atmosfera que envolve a Terra funciona da mesma maneira que um cristal, decompondo a luz do Sol.

Repare só uma coisa: quando o Sol está próximo do horizonte, logo ao amanhecer ou ao cair da tarde, ele parece avermelhado. Essa coloração é produzida porque, quando o Sol está próximo ao horizonte, seus raios são obrigados a atravessar um longo caminho para chegar à Terra. Como grande parte dos raios azuis e amarelos é absorvida pela atmosfera mais espessa do horizonte, só os raios vermelhos conseguem atravessar o ar, chegando às nossas retinas. Acontece, então, que a difusão das cores avermelhadas na atmosfera nos dá aquele tom de vermelho, que aos poucos vai diminuindo, à medida que o Sol se eleva.

No momento em que o Sol já está bem alto no horizonte — especialmente ao meio-dia, os raios de todas as cores atravessam a atmosfera: pois, aí, as camadas de ar já são menos espessas.

As moléculas da atmosfera absorvem mais os raios azuis que os raios vermelhos. E os raios amarelos mais que os vermelhos.

Essa é a razão pela qual os raios azuis espalham-se pelas moléculas da atmosfera, produzindo esse azul bonito do céu.

Ao meio-dia, quando o Sol está no ponto mais alto do firmamento, ele é amarelo, pois o azul é absorvido pela atmosfera. No pôr-do-sol, se o céu estiver claro, o fundo azul vai até o horizonte, embora o Sol seja vermelho.

Se, porém, o céu estiver com muitas nuvens, pode refletir a cor avermelhada do Sol, dando lugar a magníficos crepúsculos: verdadeiros incêndios.

Todos esses efeitos de coloração do céu são produzidos pelas moléculas que constituem a atmosfera.

Isso explica por que os astronautas, em suas viagens à



Lua, na ausência de atmosfera a centenas de quilômetros, constataram que o céu é escuro, negro, mesmo quando o Sol brilha.

A luz do Sol — aliás, a luz em geral — só é vista quando se choca com a matéria. Como existe pouca matéria no espaço, os raios do Sol que o atravessam são invisíveis.

Nessas condições, quando um objeto é iluminado pelo Sol, parece preto: exatamente porque absorve todos os raios luminosos que recebe.

Pode acontecer que um objeto nos pareça preto, porque recebe muito pouca luz: na luz fraca, todos os objetos coloridos parecem quase negro. Faça a experiência e repare.

Agora, coloque esse mesmo objeto sob uma luz forte . . . Ele retoma sua coloração, não é?

O objeto vermelho, por exemplo, parecerá vermelho porque absorve todos os raios de cores que o tocam, à exceção do próprio vermelho. O mesmo acontece com os objetos de todas as outras cores.

E quanto ao arco-íris, como é que ele é produzido?

O princípio é simples. Quando os raios do Sol, inclinados de uma determinada maneira, tocam as gotas de água contidas no ar, as cores que existem nesses raios são separadas, produzindo então o arco-íris. As gotas de água, nesse caso, funcionam como se fossem cristais, decompondo as cores.

É muito fácil produzir um arco-íris, desde que se tenha à disposição um repuxo — num jardim, por exemplo. Ficando de costas para o Sol, você vai ver o arco-íris se formar do lado de onde vem a luz do Sol, pois os raios luminosos se decompõem em diversas cores, quando atravessam a fina poeira de água. É dessa maneira que se forma o arco-íris, quando o Sol brilha num dia de chuva.



O arco-íris aparece bem cedo, logo de manhã; ou à tardinha, já no fim do dia, quando o Sol está baixo no horizonte.

Sua denominação vem de uma antiga crença, difundida entre gregos e romanos: esses povos achavam que o arco-íris era o sinal luminoso da passagem de Íris, a mensageira dos deuses, voando do céu à Terra no cumprimento de sua missão.

No interior do Brasil, o sertanejo não vê com bons olhos o arco-íris, que, segundo ele, rouba a água dos rios, lagos e fontes.

No início, diz o sertanejo, ele bebe a água delicadamente: a sucção é fina, incolor; mas depois é larga e colorida. Daí ser muito comum a expressão.

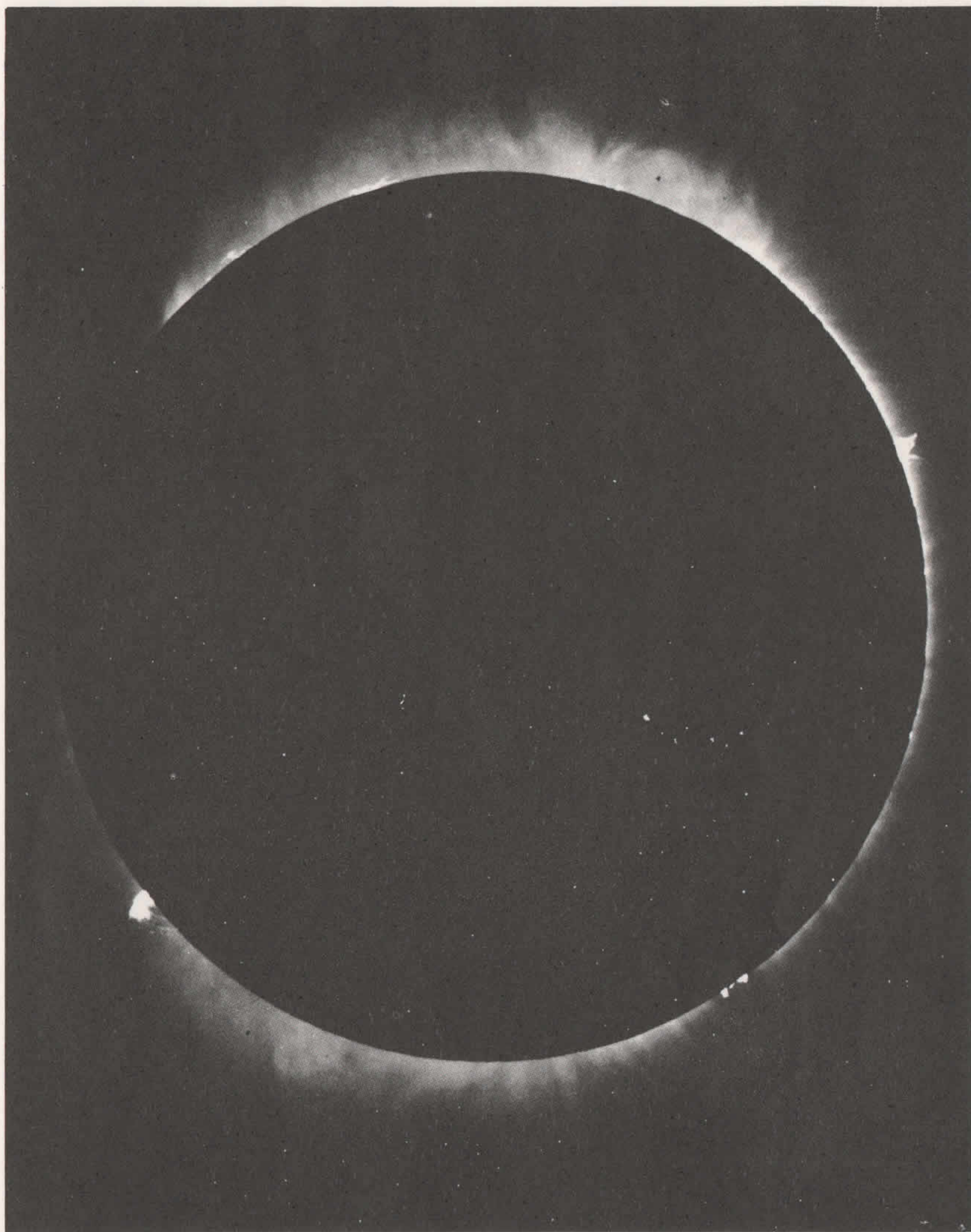
Você é como o arco-íris: bebeu, sumiu-se!



## ***II***

# ***Viagem Pelo Sistema Solar***





Protuberâncias solares visíveis durante o *eclipse do Sol* de 5 de fevereiro de 1961.



## *O Sol*

Do Sol depende toda a vida na Terra. Toda a vida que possa existir em qualquer planeta conhecido. Dele procedem todas as formas de energia de que precisamos para viver.

O nosso Sol é, entretanto, uma estrela. Uma simples estrela, comum como todas as outras, perdida na multidão de estrelas do nosso céu.

Se pudéssemos hoje deixar a Terra e olhar de longe, de muito longe mesmo, de milhões e milhões de quilômetros, em direção ao nosso sistema solar, veríamos o Sol brilhar como uma pequena estrela, anônima, exatamente igual a todas as outras.

Sua proximidade da Terra é que o torna tão maravilhoso, tão grande, tão importante.

O Sol é um astro de quinta grandeza. Comparando o seu tamanho real ao das outras estrelas, suas dimensões



são bem modestas. Mas, em relação à Terra, é enorme. Basta dizer que seriam necessárias um milhão de Terras para constituir um único Sol.

A quantidade de matéria que existe no Sol torna a sua gravidade muito intensa. Vinte e oito vezes mais intensa que a da Terra. Uma pessoa de 40 quilos pesaria, no Sol, aproximadamente uma tonelada.

A maior parte da radiação solar se perde no espaço. Só dois milionésimos atingem a superfície terrestre. Esta ínfima quantidade de radiação é suficiente para manter a vida na Terra.

O Sol, que nos garante condições de vida, também pode ser elemento de destruição. Haja vista a energia atômica... E não é preciso ir tão longe... Basta lembrar que, se não tomarmos cuidado na observação do Sol a olho nu, podemos destruir a retina, com perda irremediável da visão. A luz do Sol, concentrada, pode ser uma perigosa arma. Sabendo disso, Arquimedes solicitou um enorme espelho para concentrar a luz solar e destruir a armada inimiga que ameaçava sua cidade. E o homem moderno, usando uma lente, pode acender seu cigarro nos raios solares. Acender o cigarro numa estrela...

A temperatura aproximada na superfície solar é de seis mil graus centígrados. No interior, chega a atingir milhões de graus. É um autêntico alto-forno, onde todos os corpos devem se encontrar em estado gasoso. A temperatura é tão alta que nada deve existir em estado sólido ou líquido.

Como pode o Sol permanecer tão quente?

Esta pergunta permaneceu sem resposta durante muitos séculos.

A quantidade de calor que emana do Sol não pode ser produzida por nenhum fogo. Tal energia provém da energia atômica que une as partículas fundamentais da matéria. A matéria que constitui o Sol, como a da Terra, é for-

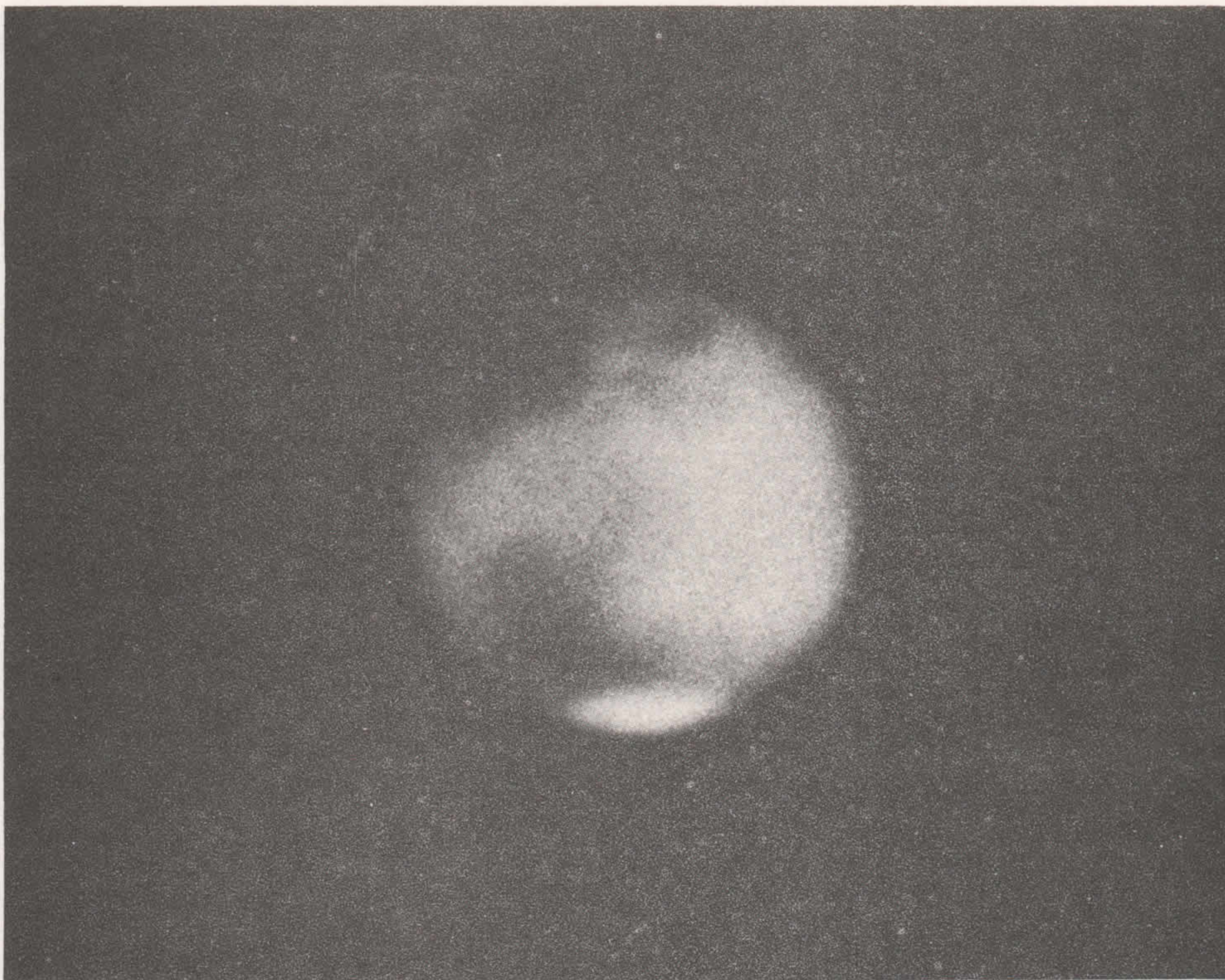


mada por pequenas partículas denominadas átomos. No interior do Sol, os átomos estão comprimidos uns contra os outros. Mas, em virtude da alta temperatura ambiente, eles colidem ocorrendo a fissão e a libertação das partículas. A cada segundo ocorrem milhões e milhões de colisões. O resultado dessas colisões é que os átomos de hidrogênio, abundante no Sol, ganham mais uma partícula (nêutron) e se transformam em hélio, ao mesmo tempo que irradiam ondas de luz e calor. O calor e a luz avançam como ondas através da massa do Sol. E quando atingem a superfície solar, se irradiam de todos os pontos para o espaço.

Os astrônomos estimam que, a cada segundo, mais de 700 milhões de toneladas de hidrogênio se transformam em hélio. O Sol tem provisão de hidrogênio para milhões de anos. Enquanto durar esses recursos, nosso Sol não corre o risco de esfriar. Foi com base no processo de produção de energia solar que os cientistas conceberam a bomba de hidrogênio. Esta bomba também utiliza o processo de transformação do hidrogênio em hélio. É nada mais que uma miniestrela que tem no seu interior uma bomba atômica que fornece a temperatura necessária para essa transformação.

Uma estrela que o homem construiu...





Fotografia de Marte obtida com o telescópio de 80 cm do Observatório de Haute-Provence em 5 de fevereiro de 1963.



## Planetas

Estrelas. Pontos luminosos no céu escuro, piscando, piscando... luzes trêmulas, com mudanças contínuas de brilho e cor...

Aos poetas de alma sensível e ao povo de alma simples, tudo é permitido. Não estranhe, portanto, se alguém lhe disser que as estrelas piscam como faróis que Deus acendeu no oceano da noite, orientando os navegantes do espaço...

O piscar de olhos das estrelas, a variação incessante de brilho e cor que tanto inspira os poetas, é um fenômeno conhecido em Astronomia como *cintilação estelar*. Efeito produzido pela diferença de temperatura das várias camadas da atmosfera terrestre, que a luz das estrelas encontra em seu caminho.

Você já deve ter observado como parecem se mover as imagens que atravessam o ar quente próximo a uma chapa quente.



Nas noites frias, depois de um dia de muito calor, também é possível notar que as luzes das cidades muito distantes piscam como as estrelas.

O lento resfriar das diferentes camadas de ar aquecidas durante o dia causa as diferenças de temperatura. E estas diferenças de temperatura causam o *cintilar*.

Quando este fenômeno ocorre com as luzes das estrelas, é denominado *cintilação*. A cintilação é produzida pelo desvio do raio luminoso de uma estrela ao atravessar camadas atmosféricas que possuem diferentes temperaturas. Ela é mais sensível nas estrelas luminosas e mais intensa na medida em que as estrelas estão mais próximas ao horizonte, onde as camadas da atmosfera são mais espessas, causando, portanto, maiores diferenças de temperatura.

Existem, entretanto, estrelas que não cintilam. Sua luz parece fixa no céu. Seu brilho não pisca, não treme, sabe por quê?

Porque parecem estrelas, mas não são... São os planetas.

A luz refletida pelos planetas não cintila. E isso é fácil de constatar com uma luneta ou mesmo com um binóculo. Com ajuda destes instrumentos, podemos observar que os planetas possuem um diâmetro aparente.

A mesma coisa não acontece com as estrelas. Como estão muito mais distantes, elas aparecem sempre como pontos luminosos, piscando, sem diâmetro aparente.

Os feixes de raios luminosos dos planetas são muito maiores que os das estrelas. Por isso, os desvios dos raios dos planetas são compensados, dando origem àquela luz fixa tão característica. Você pode observá-la em Vênus que o povo chama de Estrela da Manhã.

Todos os planetas descobertos até hoje pertencem a uma mesma família que gira em torno do nosso Sol. Co-



nhecemos atualmente nove planetas. Um deles é a Terra, o mundo em que vivemos.

Dos nove, seis possuem luas ou, como preferem os astrônomos, satélites, num total de trinta e dois, que giram em torno dos planetas, ao mesmo tempo que os planetas giram em torno do Sol. É a mesma família, o mesmo sistema. O sistema solar.

Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno e Plutão. Os nove planetas que, juntamente com seus satélites, constituem o chamado *sistema solar*.

Em Astronomia chamamos sistema ao conjunto de corpos celestes agrupados e organizados um em relação aos outros. No sistema solar, como o próprio nome já diz, tudo está organizado em relação ao Sol.

O Sol é o centro do sistema. É ele quem mantém os planetas em suas rotas. É ele quem determina a velocidade de cada um. Cada planeta, por sua vez, controla os movimentos e a velocidade de seus satélites ou luas.

No sistema solar, tudo está perfeitamente organizado, como uma verdadeira família. Todos os planetas se movem num mesmo sentido e num mesmo plano ao redor do Sol. Cada planeta tem, entretanto, uma velocidade particular. Mercúrio, o mais próximo do Sol, desloca-se numa velocidade de cinquenta quilômetros por segundo e leva três meses para dar uma volta completa. Plutão, o mais afastado, leva duzentos e quarenta e oito anos para completar a sua volta em torno do Sol. Sua velocidade é de cinco quilômetros por segundo.

Uma coisa já podemos concluir: os planetas mais próximos ao Sol deslocam-se mais rapidamente.

A Terra, situada a cento e cinquenta milhões de quilômetros de distância do Sol, gira ao seu redor à velocidade de trinta quilômetros por segundo. Isso quer dizer



que ela leva trezentos e sessenta e cinco dias para dar uma volta completa.

Em seu giro em torno do Sol, cada planeta enfrenta uma poderosa força contrária: a *gravidade*. Isto é, a força que atrai os planetas para o Sol. E como os planetas se deslocam a grande velocidade, uma outra força se faz sentir: a *força centrífuga*, que, ao contrário da gravidade, empurra os planetas, obrigando-os a seguir o seu caminho em linha reta. Veja bem: a força da gravidade atrai os planetas para o Sol, o centro do sistema planetário. Ao mesmo tempo, a força centrífuga empurra os planetas para longe da atração do Sol. Do equilíbrio destas duas forças contrárias resulta a perfeita organização do sistema solar.

É fácil imaginar a força centrífuga, com o auxílio de um cordão ou barbante e uma pedra. Amarre a pedra numa das extremidades do cordão e segure-o pela outra extremidade. Em seguida, gire o cordão com força. Ao girar com velocidade, você poderá observar que a pedra parece “atirar” o barbante, isto é, o barbante fica esticado. Esta força é a centrífuga. Se largarmos o cordão, a pedra seguirá uma trajetória em linha reta. E o cordão é o que no sistema solar chamaríamos de *atração da gravidade do Sol*. O equilíbrio entre estas duas forças mantém os planetas em sua órbita elíptica em torno do Sol.

Quando os cientistas descobriram tal fenômeno, verificaram que um dia seria possível lançar um satélite em redor da Terra.

E realmente foi possível. Com a descoberta e aperfeiçoamento dos foguetes, foi lançado o primeiro satélite artificial.

Planeta significa, em grego, *astro errante*. O astro que passeia entre as estrelas, indo de uma constelação a outra, na sua órbita em torno do Sol.



Mas nem só de planetas e satélites é constituído o sistema solar. Existem ainda os *asteróides*, pequenos planetas que giram entre Marte e Júpiter... Os *meteoros*, as estrelas cadentes que vemos atravessar o céu, e os *cometas*, que, com suas lindas caudas luminosas, cortam a noite em certas épocas.

Planetas, satélites, asteróides, meteoros e cometas constituem a família, perfeitamente organizada, do nosso sistema solar.





Superfície de Mercúrio fotografada em 21 de setembro de 1974 pela sonda norte-americana Mariner 10 a uma distância de 64 mil quilômetros. Ao lado das crateras observa-se atravessando diagonalmente da esquerda para a direita um escarpa de mais 300 quilômetros.



## ***Mercúrio***

Mercúrio era considerado pelos antigos gregos como dois diferentes astros: Apolo, deus do dia, a estrela da manhã, e Mercúrio, deus dos ladrões, a estrela da tarde, que aproveitavam o anoitecer para cometer suas ações. Só muito mais tarde reconheceu-se definitivamente que esses dois astros que jamais apareciam juntos era um único, conservando-se apenas o nome do astro vespertino: Mercúrio.

Situado muito próximo do Sol, do qual não se afasta de um ângulo superior a 28 graus, é muito difícil de ser observado por estar quase sempre mergulhado nas luzes da aurora ou do crepúsculo.

Mercúrio é o menor dos planetas do Sistema Solar, com um diâmetro de 4.800 quilômetros. Possui uma massa 0,06 vezes a da Terra. Gira ao redor do Sol em 88



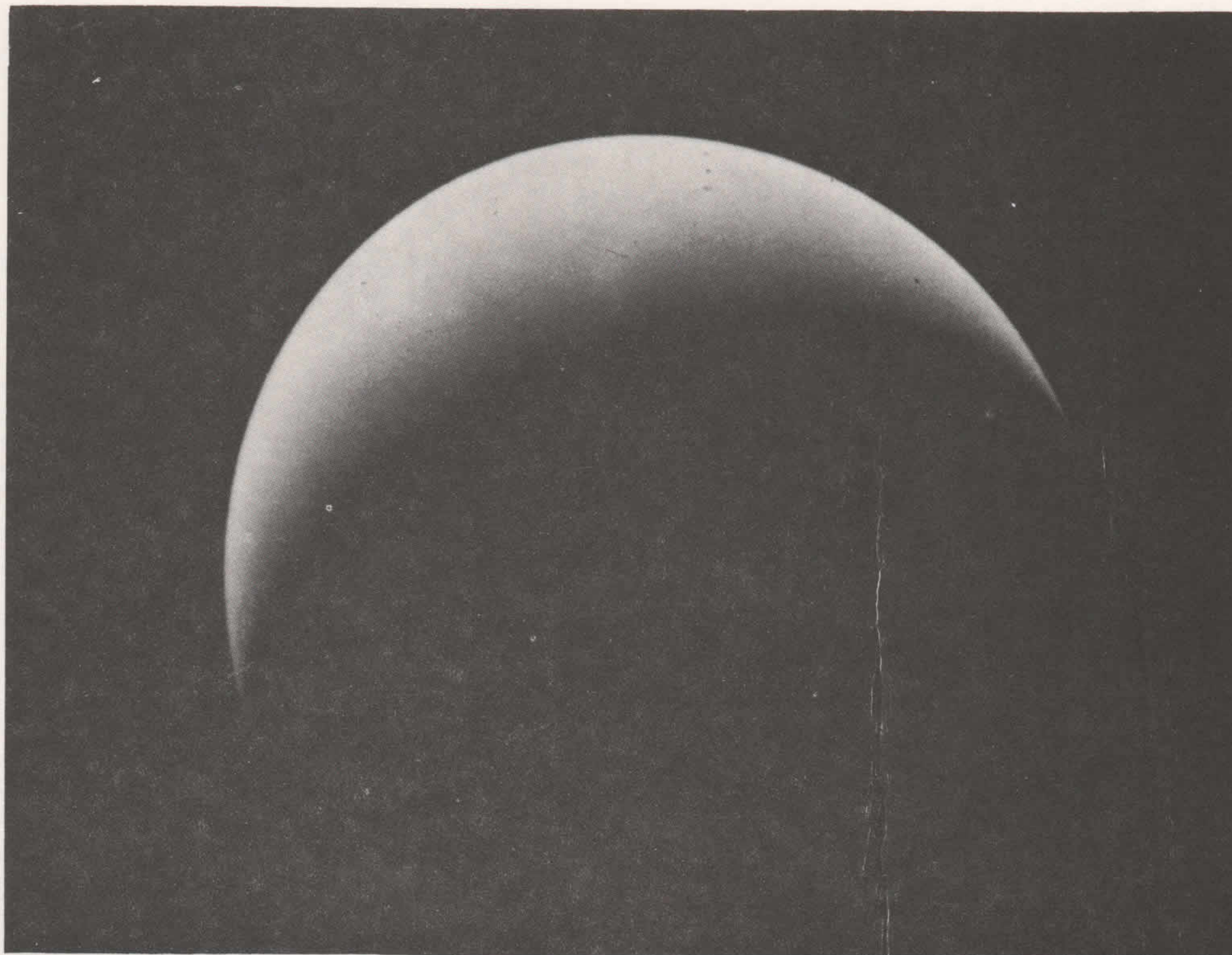
dias terrestres a uma distância média de 58 milhões de quilômetros, que varia de 45,5 milhões no periélio (ponto mais próximo do Sol) e 68 milhões no afélio (ponto mais afastado do Sol).

Acreditou-se, durante anos, que o período de rotação fosse igual ao período de translação e, em consequência, aceitou-se a idéia de que o planeta deveria manter um hemisfério permanentemente voltado para o Sol e o outro totalmente no escuro. Desse modo um seria muito quente e o outro muito frio. Atualmente, graças à radarastronomia e à sonda espacial Mariner 10, sabemos que Mercúrio gira ao redor do seu eixo em 58,7 dias, o que corresponde a dois terços do seu período de revolução em torno do Sol.

Em consequência de sua grande proximidade do Sol, a temperatura na superfície ensolarada atinge valores muito elevados:  $700^{\circ}\text{K}$  no equador, e na parte escura atinge até  $100^{\circ}\text{K}$ . Esta grande variação de temperatura é explicada como tendo por causa sua atmosfera muito tênue.

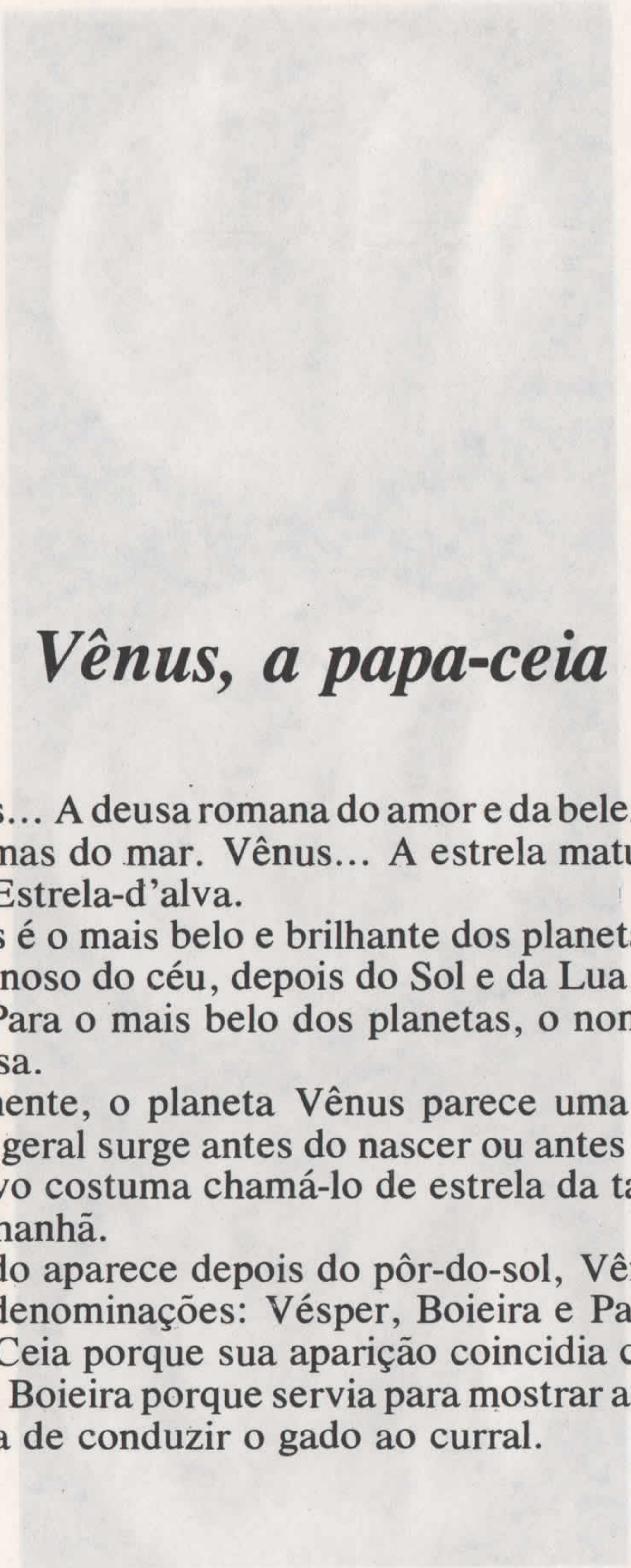
Imaginava-se que a sua superfície fosse semelhante à do planeta Marte, com manchas escuras irregulares, até que a sonda Mariner 10, em 1974, revelou uma superfície crateriforme semelhante à da Lua.





O planeta Vênus ao nascer do Sol como é visto do Pioneer-Vênus, em 5 de dezembro de 1978, a uma distância de 60 mil quilômetros de Vênus.





## *Vênus, a papa-ceia*

Vênus... A deusa romana do amor e da beleza, nascida das espumas do mar. Vênus... A estrela matutina, Vésper... A Estrela-d'alva.

Vênus é o mais belo e brilhante dos planetas. O astro mais luminoso do céu, depois do Sol e da Lua. Daí o seu nome... Para o mais belo dos planetas, o nome da mais linda deusa.

Realmente, o planeta Vênus parece uma estrela. E como em geral surge antes do nascer ou antes do pôr-do-sol, o povo costuma chamá-lo de estrela da tarde ou estrela da manhã.

Quando aparece depois do pôr-do-sol, Vênus recebe ainda as denominações: Vésper, Boieira e Papa-Ceia.

Papa-Ceia porque sua aparição coincidia com a hora da ceia. E Boieira porque servia para mostrar aos boiadeiros a hora de conduzir o gado ao curral.





Nesta série de fotografia de Vênus obtida em ultravioleta, num intervalo de sete horas em 7 de fevereiro de 1974, dois dias depois que a sonda Mariner 10 sobrevoou o planeta, é possível observar a rápida alteração de posição de uma mancha escura na alta atmosfera do planeta.



Em outra época do ano, Vênus começa a surgir de manhã, antes do nascer do Sol. É aí que toma os nome de estrela da manhã, estrela matutina ou estrela-d'alva.

Vista através de um telescópio ou mesmo de um bom binóculo, Vênus parece, às vezes, com uma meia-lua ou uma lua crescente, pois, como a Lua, o planeta Vênus apresenta fases.

E fácil compreender por quê. Preste atenção: Vênus é o segundo planeta a partir do Sol, colocado entre Mercúrio e a Terra. Sua órbita é, portanto, inferior à do nosso planeta. Quando Vênus se coloca entre o Sol e a Terra, ela nos aparece como uma lua em fase crescente. Mas, ao contrário, quando está do outro lado do Sol, parece um pequeno disco muito iluminado.

Vênus é muito mais quente que a Terra, devido à sua proximidade do Sol. Praticamente do mesmo tamanho da Terra, em um diâmetro de cerca de 12.300 quilômetros, Vênus gira ao redor do Sol em 224 dias à mesma distância de 108 milhões de quilômetros, numa órbita quase circular.

Apesar de muito brilhante, pouco sabíamos sobre sua natureza, uma vez que sua superfície está quase permanentemente coberta por espessas nuvens brancas. Essas nuvens dificultaram bastante o trabalho dos astrônomos, impedindo, por exemplo, que se soubesse a exata velocidade com que o planeta gira em torno de seu eixo. Só recentemente, em 1962, os radioastrônomos Hengill e Shapiro conseguiram determinar a rotação da superfície sólida de Vênus em 243 dias, no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio.

Mas, são justamente essas dificuldades que levam os cientistas a se interessarem cada vez mais pelo planeta Vênus. Várias sondas espaciais já foram enviadas pelos



norte-americanos e soviéticos para estudar e analisar a sua superfície.

O sucesso, entretanto, de início não foi muito grande. A temperatura e a pressão atmosférica, até então desconhecidas da atmosfera de Vênus, dificultaram o funcionamento dos sensíveis equipamentos eletrônicos para lá enviados. Mas, como sempre, o homem não desiste. Novas sondas foram sendo programadas. Programadas pelos mesmos cientistas que esperam apenas encontrar uma superfície desolada e sem vida.

Com as sondas norte-americanas Mariner 10 e Pioneer-Venus, e as soviéticas Venera 9 e 10, foi possível conhecer as condições reinantes na superfície de Vênus: uma pressão de 90 atmosferas terrestres a uma temperatura de  $750^{\circ}\text{K}$ . Tal temperatura é explicada pelo efeito estufa provocado pelas espessas camadas de nuvens que envolvem o planeta. As sondas que desceram, além de transmitir fotografias de um solo abundante em cascalhos, informaram que a sua atmosfera é composta de gás carbônico a 97% e outros componentes tais como nitrogênio, água, óxido de carbono e oxigênio.

E fica a pergunta... Para que tudo isso, afinal?

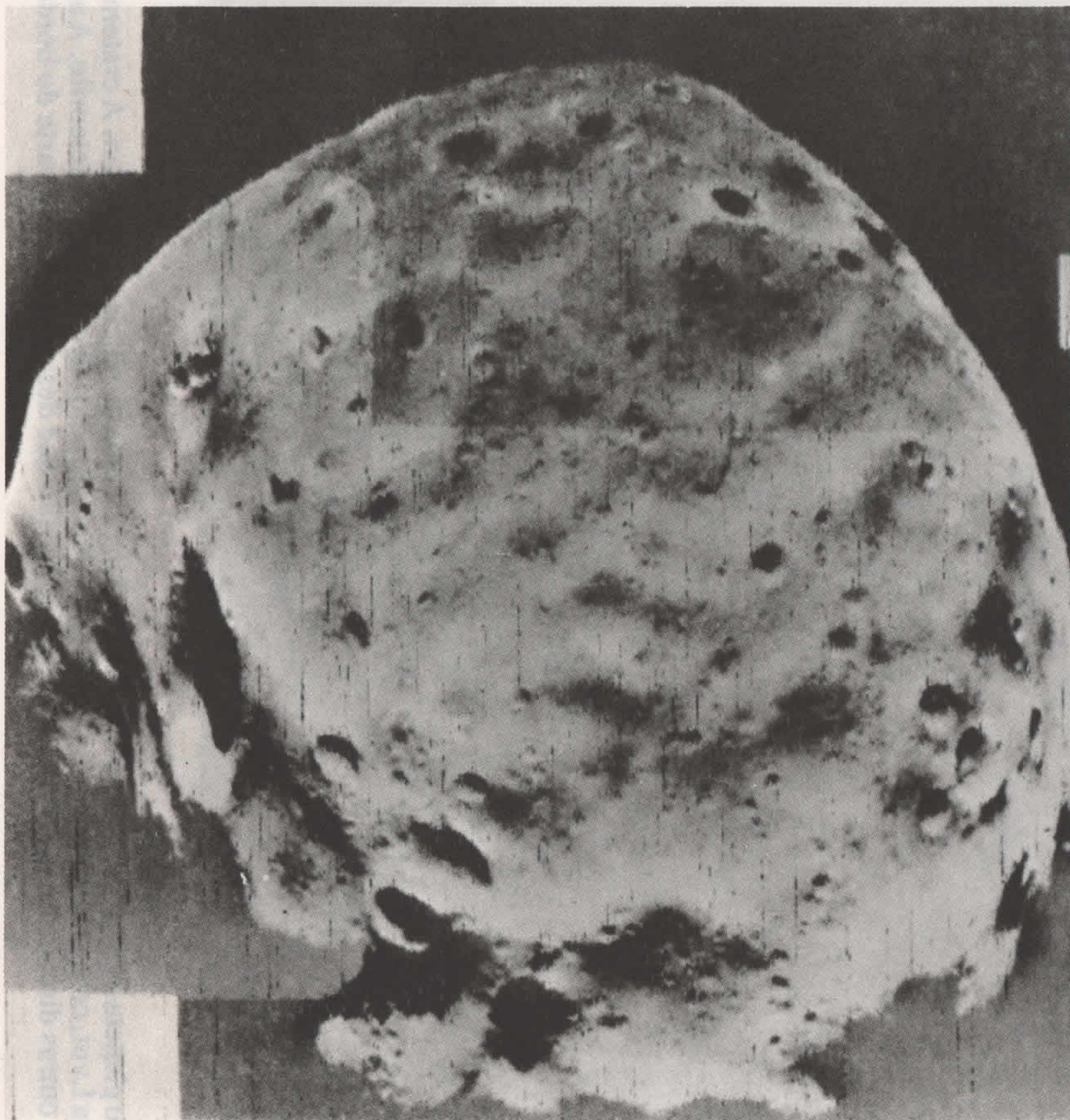
Para descobrir, talvez, que Vênus, tão bela ao cair da noite, será ao amanhecer um triste lugar para os astronautas que a atingirem. Para descobrir que a nossa Estrela-d'alva não é tão alva e tranqüila quanto parece...





Fotomosaico do planeta Marte obtida pelo orbitador Viking 2 a uma distância de 76000km. A cratera ao centro, denominada Lyot, com um diâmetro de 176km, foi provocada pelo impacto de um meteorito. A ausência de crateras em outras direções sugerem a existência de erosão que destruiu também parte do bordo sul da cratera.

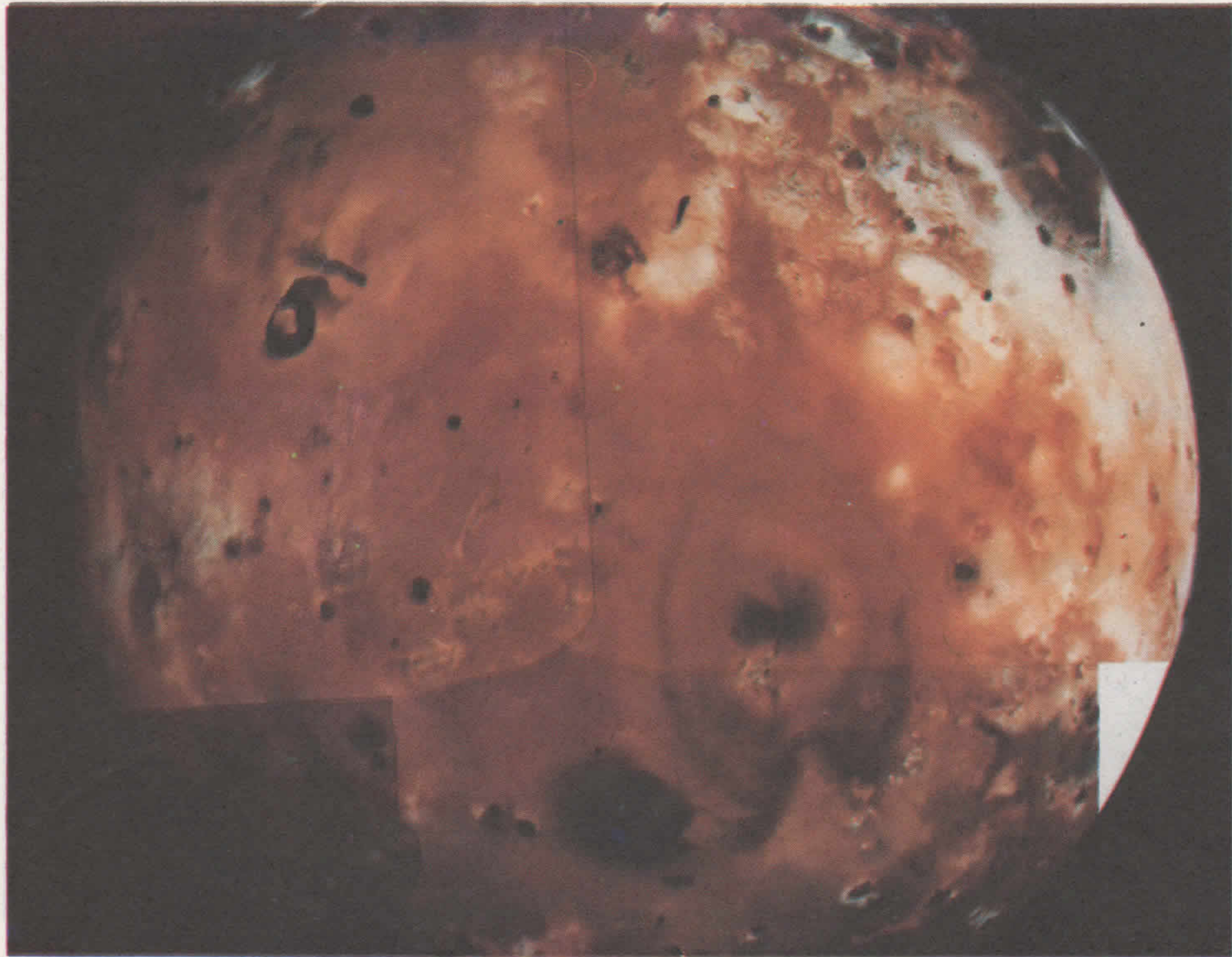




**Fobo — satélite do planeta Marte — fotografado pelo orbitador norte-americano Viking em 23 de fevereiro de 1977. Em sua superfície observa-se várias crateras de impacto.**



Foto mosaico de Io — satélite de Júpiter — obtida pela sonda Voyager 1.





Nebulosa da Roseta na constelação de Unicórnio. (NGC 2237).

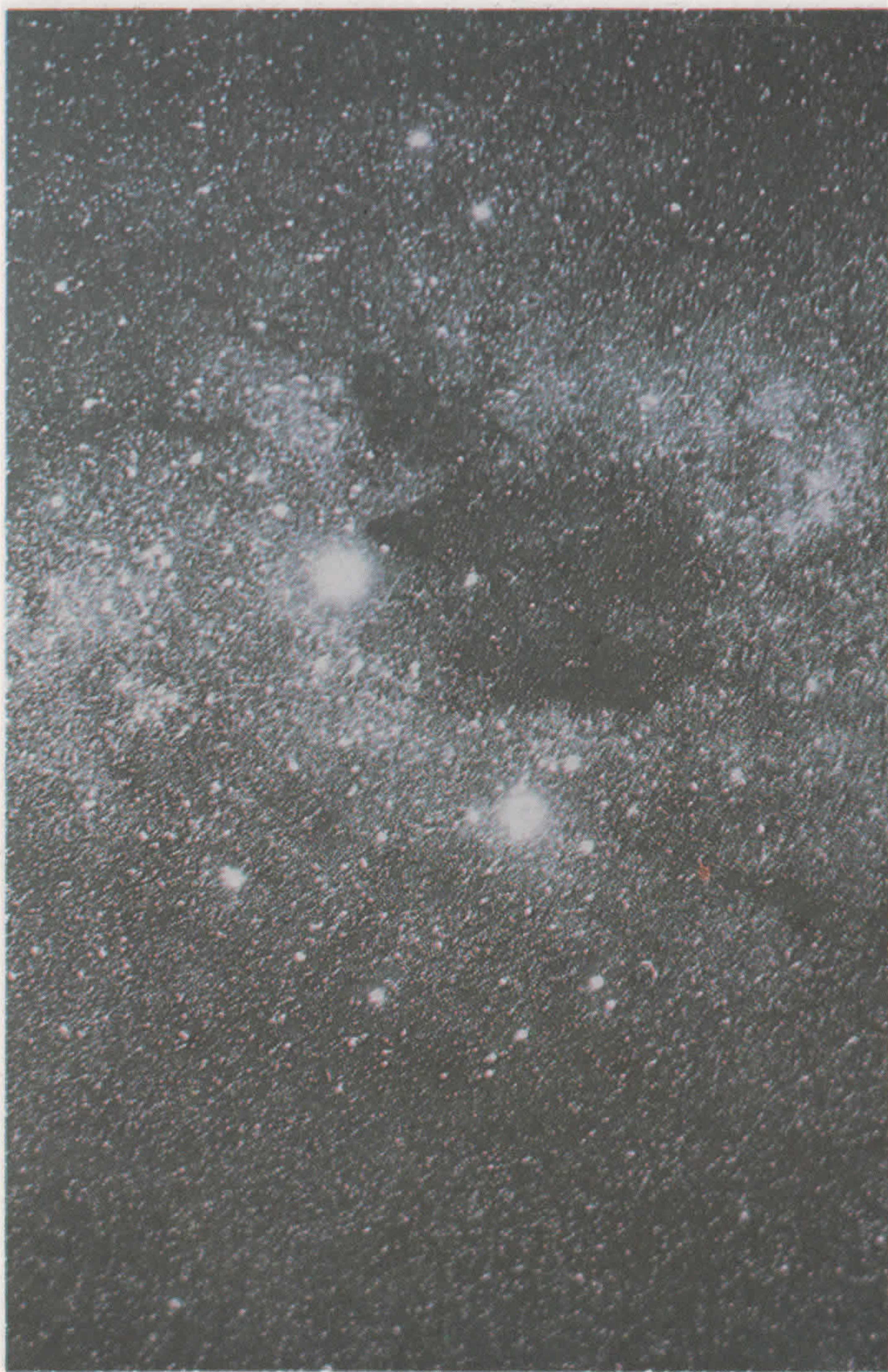




Nebulosa Messier 20 — Trífida — à esquerda — e a nebulosa Messier 8 — Lagoa — à direita, ambas na constelação de Sagitário.







Constelação do Cruzeiro do Sul e do Saco de Carvão — nebulosa escura — situada do lado oeste.



Nebulosa Messier 1, na constelação de Touro, é o resto da explosão da supernova observada pelos chineses em 1054.



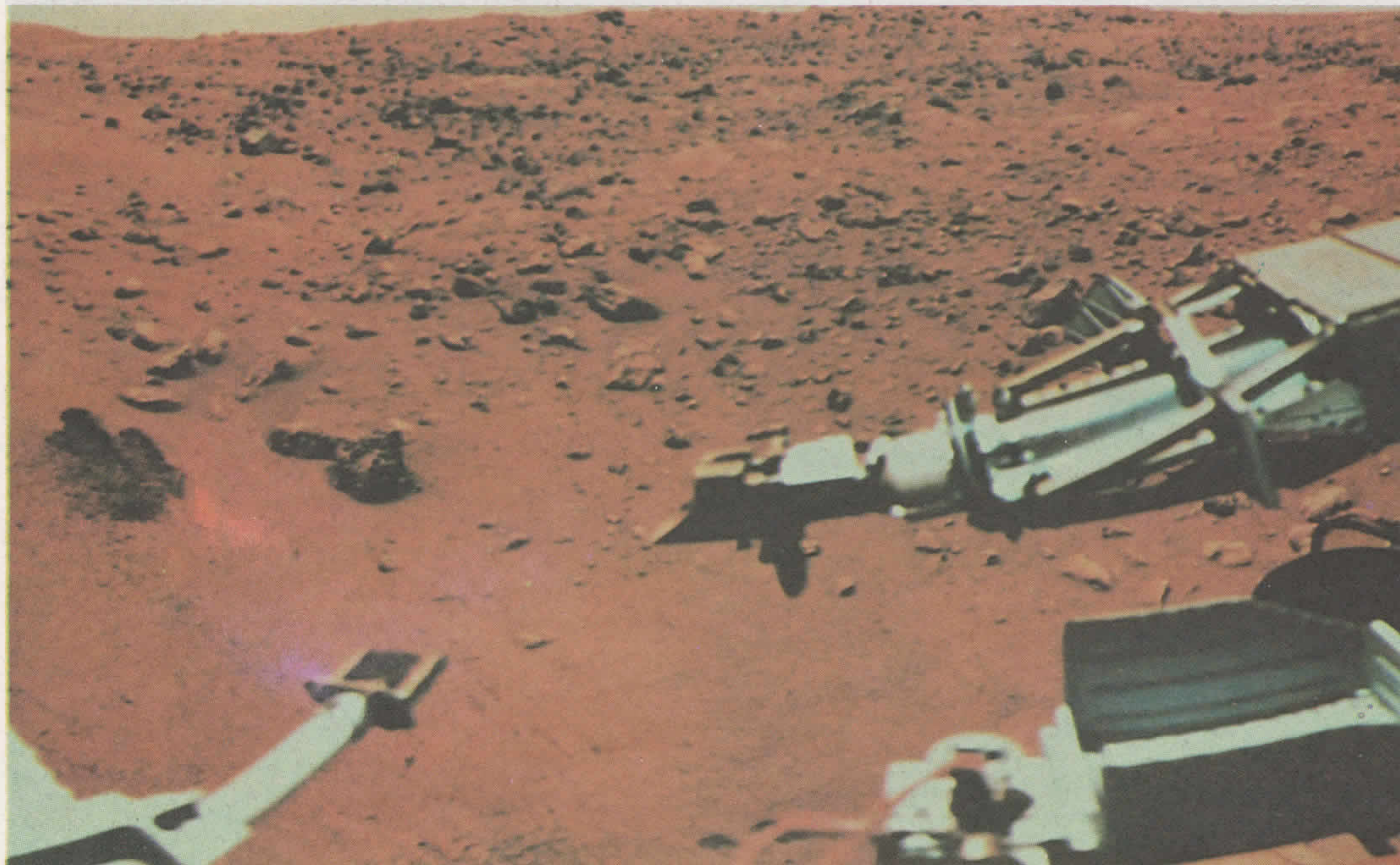




Cometa West em 1976.

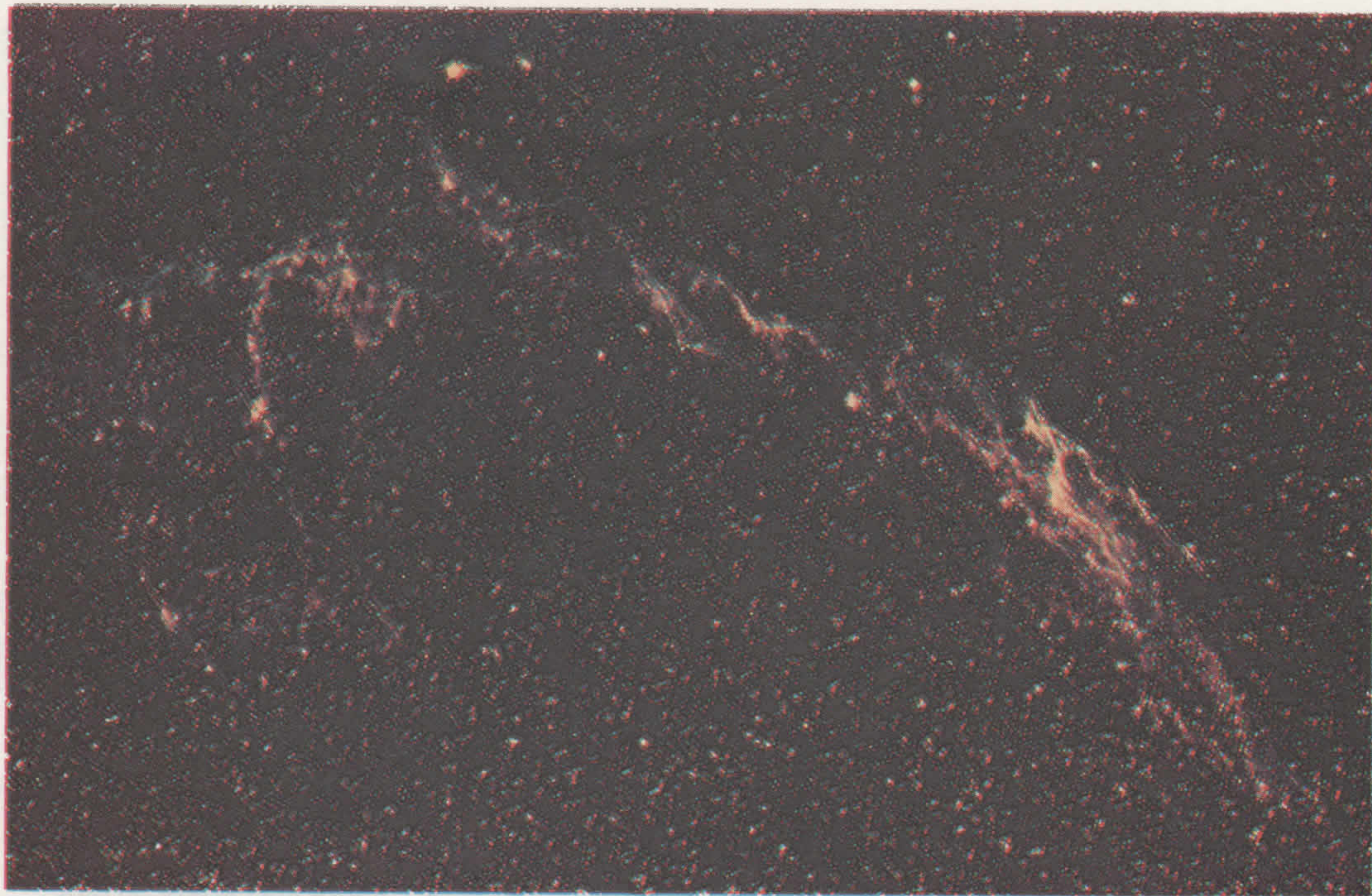


Solo de Marte pela sonda Viking.





Nebulosa Veu de Noiva, restos de uma supernova que teria explodido a 10.000 anos.





## ***Marte — o planeta dos canais***

O planeta Marte é o quarto planeta em ordem de distância do Sol e o segundo mais próximo da Terra. É fácil de reconhecê-lo graças à sua coloração avermelhada. Em virtude dessa coloração ele é conhecido como “o planeta vermelho”. Pela mesma razão, recebeu o nome de Marte, o Deus da Guerra entre os antigos romanos. E curioso: até hoje a simples menção de Marte evoca um certo sentimento de terror, como se de lá viesse realmente, como mostram os filmes e histórias de ficção, a horda de invasores da Terra. Uma hipótese tanto mais infundada, quando se admite, pelas pesquisas mais recentes, que é pouco provável a existência de vida — pelos menos como nós a supomos — no chamado “planeta vermelho”.

Os astrônomos sabem que, apesar de seu brilho bastante intenso durante as grandes aproximações da Terra,



Marte é na verdade um pequeno planeta. Seu diâmetro é cerca da metade do nosso.

O movimento de rotação de Marte é de 24 horas e 30 minutos, aproximadamente. O dia marciano é, portanto, meia hora mais longo que o terrestre.

Por outro lado, o seu período de translação em torno do Sol, ou melhor, o ano marciano é duas vezes mais longo que o nosso. Durante seu giro ao redor do Sol, como o seu eixo é inclinado em relação ao plano de translação, Marte possui estações definidas, como as que existem na Terra: primavera verão, outono e inverno.

Marte é, porém, mais frio que o nosso planeta, pois, estando mais distante do Sol, recebe a metade da luz e calor que nos atinge. Nos pólos, a temperatura é muito baixa durante todo o ano; no equador, os dias podem ser agradáveis, como acontece no outono nas regiões frias da Terra. Mas nas noites marcianas, devido à pouca densidade da atmosfera, a temperatura desce sempre abaixo de zero.

A atmosfera de Marte é muito tênue. Na superfície, o ar é tão rarefeito quanto o ar que se encontra a 30 quilômetros acima da Terra. Contém muito gás carbônico, mas bem pouco oxigênio. Água, em forma de gelo, existe no planeta. E é fácil observá-la através de uma luneta, devido às calotas de gelo que se situam nos seus pólos. Essas calotas variam de tamanho: no inverno marciano são mais extensas que no verão, quando chegam a reduzir-se a um pequeno ponto, muito branco e luminoso.

As outras regiões do planeta também mudam de coloração: são aquelas manchas escuras que se vêem através de lunetas ou telescópios. Tantas são as variações de cores na superfície de Marte — passando do vermelho, no verão, ao cor-de-rosa no inverno —, que o astrônomo Emanuel Liais, diretor do Observatório Imperial do Rio



de Janeiro em 1877, supôs que essas manchas escuras fossem formadas por vegetação.

A teoria foi aceita universalmente, ainda mais por causa da teoria dos canais de irrigação artificiais, descobertos naquele mesmo ano pelo astrônomo italiano Schiaparelli.

Associando-se a questão da vegetação a essa rede de irrigação — que, segundo o norte-americano Lowell, obedeceria a linhas geométricas e muito bem construídas, concluiu-se que Marte era habitado por uma supercivilização, altamente evoluída.

Foi tal a certeza que passou a imperar, então, nos meios leigos, que uma milionária francesa legou toda a sua fortuna a quem conseguisse provar a existência de vida fora da Terra, com exclusão ao planeta Marte.

Assim, no século passado, Marte era o planeta mais estudado e conhecido, depois da Terra, pois, além de ser muito brilhante, a cada 17 anos passava muito próximo de nós.

Todas essas teorias eram tidas como boas, até o advento da astronáutica, quando a relativa proximidade de Marte e a transparência de sua atmosfera o transformaram em objeto de estudos mais profundos. E, hoje, tudo mudou: as observações são muito mais precisas, já que são feitas através de sondas e naves espaciais.

Vários veículos espaciais já contornaram Marte, fotografando inclusive seus dois satélites, Fobos e Deimos. Duas dessas naves chegaram a descer na superfície do planeta, em 1976: as Vikings 1 e 2, que realizaram lá experiências biológicas.

Os resultados dessas experiências parecem indicar, em princípio, que talvez não exista, em Marte, um tipo de vida como a que conhecemos na Terra. Em todo caso, convém lembrar que a comprovação de uma negativa é



um problema muito difícil. Quando se comprova que uma coisa existe e está bem clara para todos, pode-se afirmar com toda certeza: “Existe!” Mas, no caso de Marte, como confirmar se realmente não existe nenhuma forma de vida no planeta, se só foram visitados dois pontos de sua superfície? Esse é o problema, portanto: para confirmar uma negativa, seja ela qual for, temos sempre que esperar algum tempo.



## *Asteróides*

Entre as órbitas de Marte e Júpiter existem milhares de pequenos planetas de dimensões reduzidas — os asteróides — que giram ao redor do Sol, num período médio de 4,6 anos.

Ceres, o maior deles, com um diâmetro de 955 km foi descoberto em 1801 pelo astrônomo italiano Giuseppe Piazzi. Até 1984, cerca de 3.000 desses pequenos planetas já haviam sido catalogados.

A origem dos asteróides é muito duvidosa. Poderia tratar-se de um planeta que teria explodido ou, ao contrário, da matéria que desde a formação do sistema solar não conseguiu se condensar.

A sua observação é muito importante para se compreender a formação do Sistema Solar, bem como para melhor conhecer a trajetória dos asteróides que cruzam a órbita da Terra. Este último estudo apresenta um interesse



**muito direto: evitar o encontro eventual destes asteróides com a Terra.**

## Asteróides

Entre as órbitas de Marte e Júpiter existem milhares de pequenos planetas de dimensões reduzidas — os asteróides — que giram ao redor do Sol, num período médio de 4,5 anos.

Ceres, o maior deles, com um diâmetro de 925 km foi descoberto em 1801 pelo astrônomo italiano Giuseppe Piazzi. Até 1984, cerca de 3.000 desses pequenos planetas já haviam sido catalogados.

A origem dos asteróides é muito duvidosa. Poderia tratar-se de um planeta que teria explodido ou, ao contrário, da matéria que desde a formação do sistema solar não conseguiu se condensar.

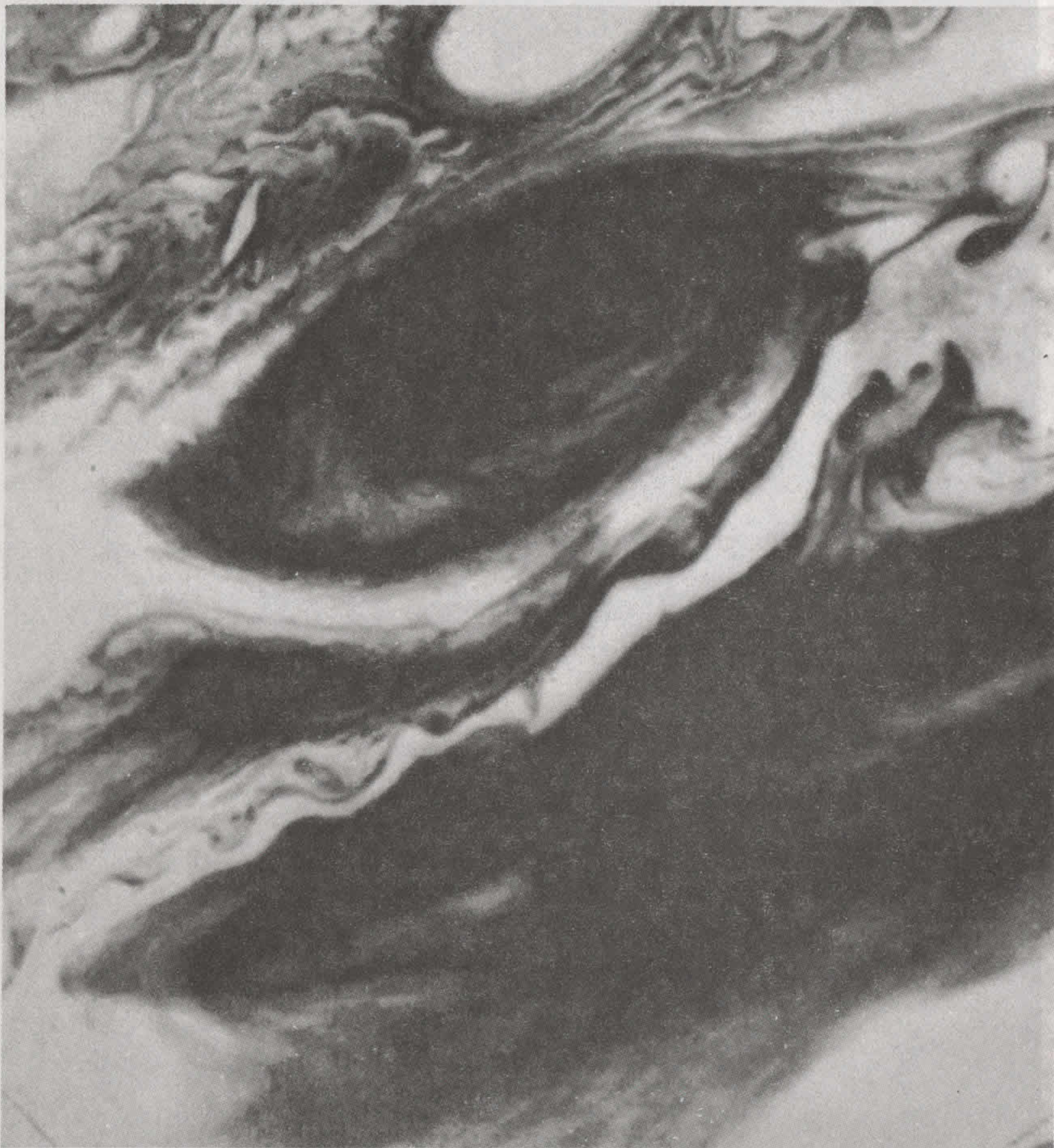
A sua observação é muito importante para se compreender a formação do Sistema Solar, bem como para melhor conhecer a trajetória dos asteróides que cruzam a órbita da Terra. Este último estado apresenta um interesse





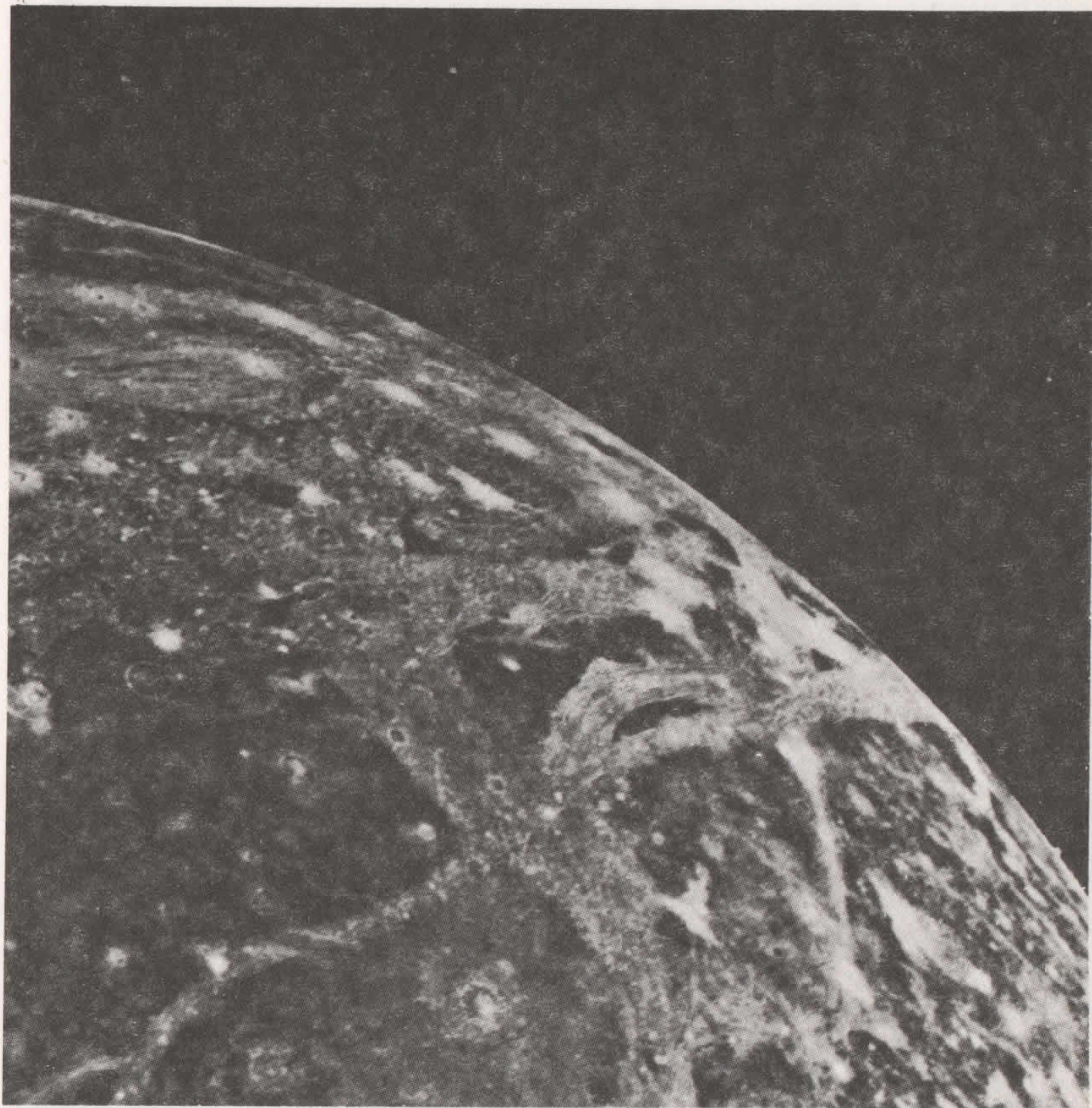
Fotografia do planeta Júpiter fotografado em luz azul em 25 de janeiro de 1968 no observatório de Catalina com o telescópio de 61 polegadas. No hemisfério sul observa-se a mancha vermelha, acima de uma pequena mancha escura — sombra do satélite Io.





**Detalhe da mancha vermelha do planeta Júpiter fotografada pela sonda norte-americana Voyager 2 em 6 de julho de 1979.**





Ganimedes — o maior satélite de Júpiter — fotografado pela sonda Voyager 1, em 5 de março de 1979, à distância de 253 mil quilômetros. Além de várias crateras de impacto observam-se extensos sistemas de raios. Os menores espectros visíveis têm 2,5 quilômetros.



## ***Júpiter o planeta gigante***

Antes da invenção da luneta, os povos antigos não tinham a menor idéia de que Júpiter era o maior dos planetas do sistema solar. Mas, assim mesmo, lhe deram o nome do mais importante deus da mitologia romana: Júpiter, o rei dos deuses!

Essa admiração pelo planeta não era exclusiva de Roma. Na Índia, Júpiter era venerado como “o pai do céu” e entre os egípcios era conhecido como “o guia da esfera”, denominação que se justificava, por ser o planeta mais brilhante do sistema solar, logo depois de Vênus. Os chineses o chamavam de *Suising*, “o planeta do ano”, porque Júpiter permanece quase 12 meses numa mesma constelação zodiacal. Isso demonstra que os chineses tinham um relativo conhecimento do movimento do planeta, porque a órbita de Júpiter é realmente muito vasta e extensa; pelo



nosso calendário ele leva quase 12 anos para realizar uma volta completa.

Apesar do brilho intenso, Júpiter é apenas o quinto planeta em ordem de afastamento do Sol: fica acerca de 800 milhões de quilômetros do Sol. O forte brilho se explica porque Júpiter reflete muito bem a luz e tem um diâmetro aparente apreciável: seu diâmetro é de 141 mil quilômetros, ou seja, perto de 11 vezes o diâmetro da Terra. Para se ter uma idéia da massa de Júpiter, basta dizer que ele contém mais matéria que todos os outros planetas reunidos: um verdadeiro “rei dos deuses”!

Mas, como é constituído esse gigante do sistema planetário? Foi essa a pergunta que os astrônomos começaram a fazer, logo depois da invenção da luneta por Galileu, em 1610. Para os astrônomos, Júpiter se compõe de um pequeno núcleo, em redor do qual existe uma profunda camada de gelo que não se derrete jamais. Acima desse gelo, acreditam os cientistas, encontra-se uma atmosfera de hidrogênio, que se estende por milhares de quilômetros, onde flutuam nuvens de amoníaco congelado e metano. Acredita-se que tais gases sejam letais, donde é possível aceitar a teoria de que a vida está completamente ausente nesse gigante do espaço interplanetário. De qualquer modo, convém lembrar que, no início da vida da Terra, nossa atmosfera possuía alguns desses gases — o que talvez tenha favorecido o surgimento de uma etapa pré-biológica em nosso planeta. Se aconteceu com a Terra, por que não com Júpiter também?

Olhando-se pelo telescópio, não se observam senão as altas camadas da atmosfera. Elas aparecem como se fossem faixas cor de zinco com traços azulados e, às vezes, vermelhas com tons de vermelho-tijolo. Numa dessas faixas, nota-se uma enorme mancha vermelha, observada pela primeira vez em 1665. Essa grande mancha parece



um continente a flutuar num mar de gases. Desde a sua descoberta, tem sido observado que às vezes fica mais clara, mas jamais desaparece.

Os astrônomos não sabem determinar a origem dessa mancha. Mas supõem que ela seja formada de gases quentes, projetados por um enorme vulcão existente na crosta gelada da superfície de Júpiter. É graças a essas e outras manchas que se pode determinar a velocidade com que Júpiter gira em torno de seu eixo. Tudo faz crer que ele gire em menos de 10 horas — o que significa que, no equador jupiteriano, a velocidade do movimento de rotação do planeta é de 60 mil quilômetros, aproximadamente. Parece incrível que, a tal velocidade, os gases não sejam projetados para o exterior. Mas a razão é simples: a enorme atração da força de gravidade do planeta impede que os gases escapem.

Foi graças à enorme força de sua gravidade que Júpiter, dentre todos os planetas, foi o que captou em seu redor o maior número de satélites, ou luas: 16 ao todo. As luas de Júpiter, em virtude de sua imensa distância da Terra, são quase todas muito pequenas para serem vistas a olho nu. Somente as quatro maiores são visíveis e, mesmo assim, com o auxílio de uma pequena luneta. São elas: Io, Europa, Ganimedes e Calisto.

Quem primeiro as observou foi Galileu Galilei, quando inventou a luneta. Dessas quatro luas, duas têm quase as mesmas dimensões de nossa Lua; e duas outras — Ganimedes e Calisto — são menores que o satélite natural da Terra. A mais próxima de Júpiter leva dois dias para fazer uma volta completa em torno do planeta; a mais afastada, 17 dias.

A observação mais curiosa para o leigo que possua uma pequena luneta, ou mesmo um binóculo, é procurar acompanhar esses satélites quando desaparecem atrás de



Júpiter, para reaparecerem do outro lado. Outra observação curiosa ocorre quando uma lua passa diante do disco de Júpiter. Nesse instante, observa-se um pequeno disco escuro, produzido pela sombra da lua, projetado sobre a superfície do planeta. Quanto às outras luas de Júpiter, todas têm dimensões inferiores a 150 quilômetros de diâmetro.

Aqueles que observam Júpiter com suas quatro luas visíveis, podem muito bem imaginar o impacto que deve ter provocado nas mentes da época a imagem daquele sistema de luas. Conta-se até que um dos membros da alta sociedade de Veneza se recusou a acreditar no que via, acusando Galileu de utilizar o seu “tubo mágico” para desacreditar toda a Ciência da época.

Esse foi um dos muitos percalços sofridos por Galileu, mente privilegiada vivendo numa época de trevas.

Embora as lições do grande filósofo René Descartes ainda não fossem muito conhecidas, Galileu sabia que “tudo é dúvida” e só a investigação científica pode dar respostas seguras para os mistérios do Universo.





Saturno fotografado em 4 de agosto de 1981 pela sonda norte-americana Voyager 2. Na parte superior, observa-se Tétis, Dione e Réa. A sombra escura visível no hemisfério sul é produzida pelo satélite Tétis. O quarto satélite — Mimas — aparece com uma brilhante mancha clara no bordo do planeta abaixo de Tétis.



## ***Saturno, o planeta dos anéis***

No sistema solar, o sexto planeta em ordem de afastamento do Sol é Saturno, tido como o mais belo dos planetas. Apesar de sua distância, Saturno nos parece muito brilhante, em virtude de suas dimensões, quase tão grandes quanto as de Júpiter. Seu diâmetro é de 120 mil quilômetros, aproximadamente. E fica tão distante do Sol que lá deve reinar um frio eterno.

Da maneira que Júpiter, Saturno é formado de um núcleo rochoso, envolto por uma atmosfera congelada de milhares de quilômetros. O que se observa através de uma luneta é a superfície de alta atmosfera constituída de amoníaco e metano.

A última vez que se detectou uma mancha em Saturno foi em 1960, quando determinamos o período de rotação do planeta em 10 horas e 15 minutos. Isso quer dizer que o planeta gira em torno de seu eixo em cerca de 10 horas.



Dia muito curto, o de Saturno. Mas o mais curioso nesse planeta não é o seu globo, e sim seus enigmáticos anéis. Aliás, até hoje eles provocam admiração em quem os observa, até mesmo nos poetas e compositores.

A voz do povo fala em sete anéis, mas, desta vez, se pode confirmá-la. Para os astrônomos, só existiam três ou quatro anéis, separados uns dos outros por faixas escuras. Hoje, depois das sondas Voyager 1 e 2 sabemos que existem milhares de anéis.

O anel mais interno está a 11 mil quilômetros do planeta; é tão transparente, que se pode ver o globo de Saturno através dele. O anel seguinte é mais largo e brilhante. Um intervalo escuro o separa do anel exterior. A largura total dos três anéis é de 65 mil quilômetros e a espessura, inferior a 10 quilômetros, pois quando observamos o planeta de perfil, só vemos um traço luminoso muito fino.

Misteriosa ciência é a astronomia. E os leitores devem estar-se perguntando como é possível observar um planeta de perfil. Mas é fácil. É só ter uma grande dose de paciência, e nisso os astrônomos são campeões.

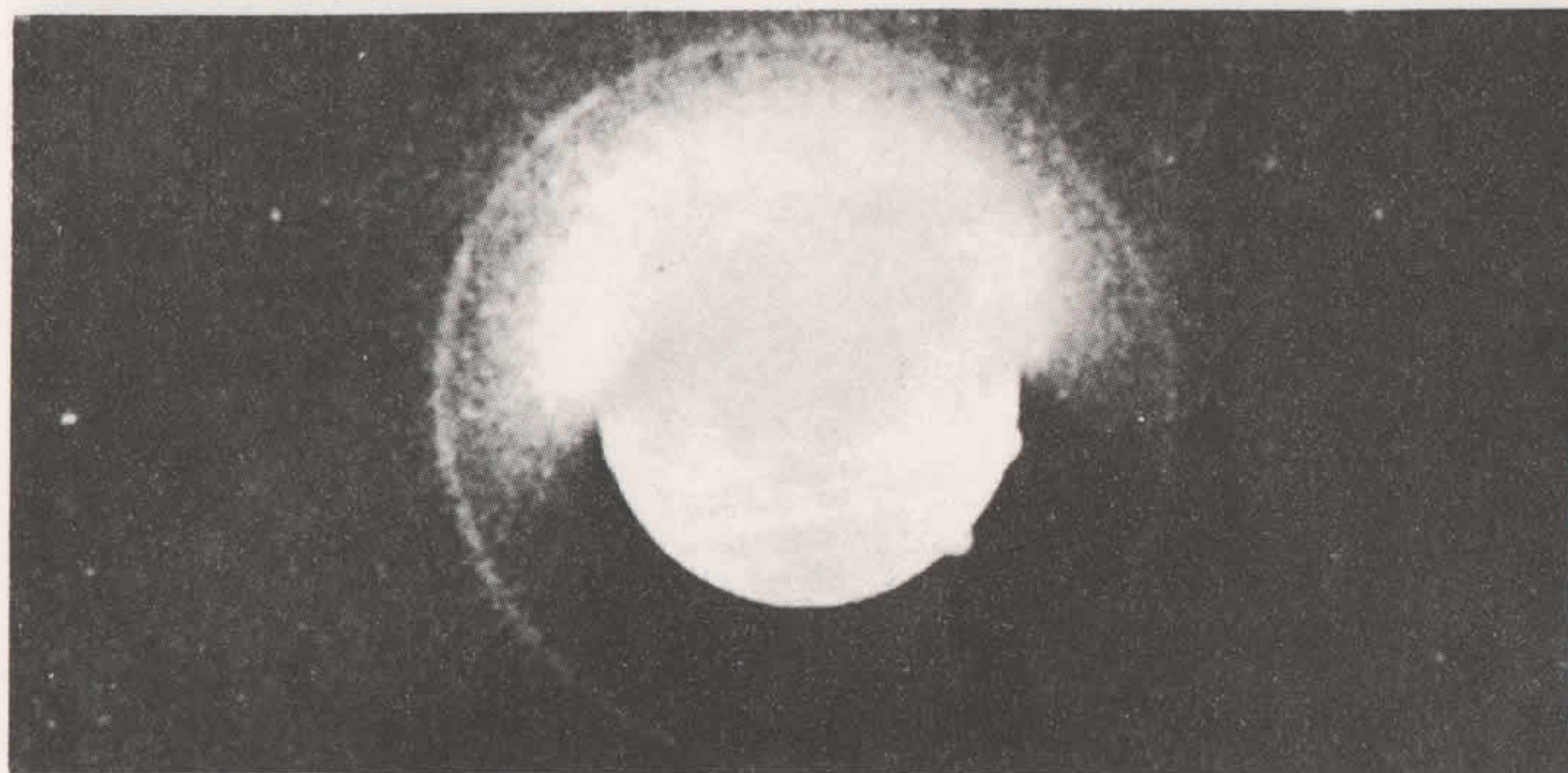
Ao se deslocar no espaço, Saturno ora é visto de cima, ora de baixo, do plano dos anéis. Mas existe um exato momento, que só ocorre a cada 14 anos, em que é possível observá-lo de perfil como um fino traço luminoso. Os cientistas sabem que os anéis são constituídos de rochedos cobertos de neve e que giram rápido ao redor do planeta, com diferentes velocidades, proporcionais à sua distância e ao centro de Saturno. Assim, a parte interior de cada anel gira mais rapidamente que sua parte exterior.

Além desses anéis, que dão a Saturno um aspecto muito peculiar, existem 17 luas semelhantes à nossa. A maior delas, Titã, tem quase as dimensões do planeta Marte. Sua cor avermelhada faz supor uma superfície rochosa análoga ao solo marciano. A natureza das luas,



como também a dos anéis, ainda é desconhecida. Com o lançamento de duas naves espaciais, Voyager 1 e 2, muitos desses mistérios com certeza começaram a ser desvendados: descobriu-se milhares de anéis, crateras nas superfícies dos satélites e vulcões ativos no satélite Io.





Vista gerada por computador mostrando a sonda Voyager 2 em sua máxima aproximação de Urano em 24 de janeiro de 1986, cerca de 81.500 quilômetros das nuvens superiores do planeta. Na parte inferior, um resumo das imagens computadorizadas de *Urano* mostrando o mais notável dos nove anéis e também o mais exterior — epsilon — que se situa a 51.200 quilômetros do centro do planeta.



## *Urano*

Durante muito tempo acreditou-se só existirem os cinco planetas conhecidos desde a mais remota antiguidade: Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter, Saturno — os companheiros da Terra. Os únicos que, girando em redor do Sol, acompanhariam nosso planeta na longa trajetória que o sistema solar percorre no espaço cósmico.

A humanidade realmente se contentava com a existência de somente cinco planetas, além da nossa Terra. Até o dia em que William Herschel, músico e organista, apaixonou-se pela astronomia e passou a contemplar a eterna sinfonia dos movimentos dos astros.

Tudo começou realmente quando ele percebeu que a música não mais lhe bastava. E, levado por uma indefinida nostalgia, uma espécie de frustração, uma sensação de tédio, desabafou ao seu irmão Jacó:



“É uma lástima que a música não seja uma ciência 100 vezes mais difícil. Minha necessidade de atividades exige de mim que esteja sempre ocupado. A ociosidade me deixa doente. Ela me mata.”

Embora não se possa concordar com essa observação, William Herschel estava absolutamente certo. Talvez lhe faltasse a verdadeira vocação musical. Ou, quem sabe, a música e a ciência do espaço estejam bem mais próximas do que parece... O fato é que, se a humanidade perdeu um músico e organista, ganhou certamente um grande astrônomo.

Uma vez desiludido da música, William Herschel dedicou-se inteiramente à astronomia. Imagine que ele mesmo costumava construir seus próprios instrumentos!

Conta-se até que, quando construiu um de seus instrumentos, trabalhou mais de dois dias, continuamente, sem a menor interrupção. Os alimentos lhe eram introduzidos na boca, como se faz às crianças, pela irmã Carolina, que o acompanhava em suas observações astronômicas.

Mas foi esse curioso astrônomo que revolucionou toda a astronomia estelar e descobriu, para seu espanto e do mundo, um novo planeta: o desconhecido, o imenso, e estranho Urano.

Foi na noite de 13 de março de 1781. Observando a constelação de Gêmeos com sua luneta de 17 centímetros de abertura, construída por ele mesmo, William Herschel avistou pela primeira vez um estranho corpo celeste de coloração esverdeada. Prosseguindo a observação, Herschel e sua irmã Carolina verificaram que esse objeto parecia se deslocar em relação às estrelas, de uma noite para outra, como se fosse um planeta.

Parecia extraordinário. Mas, após algumas noites de observação sistemática, já não havia dúvida. Aquele estranho corpo celeste esverdeado era mesmo um novo pla-



neta. O sétimo, em ordem de distância a partir do Sol. O planeta foi inicialmente chamado Herschel e mais tarde, seguindo a tradição dos nomes dos deuses mitológicos, Urano.

Urano é o nome grego do deus Céu, filho da Noite e único esposo da Terra. Excêntrico e tirânico, este deus detestava seus filhos, e escondeu-os no seio da Terra, condenando-os a ali viver para sempre.

Urano simbolizava a hostilidade, a falta de hospitalidade, o frio e o agreste. Talvez por isso tenha sido escolhido para denominar o estranho planeta. O diâmetro de Urano é quatro vezes maior que o da Terra. Sua gravidade, duas vezes mais forte. Isto significa que uma pessoa que em nosso planeta pese 40 quilos, pesaria cerca de 80 em Urano.

Urano leva 84 anos dos nossos para dar uma volta completa em torno do Sol. O que significa que, se tivessem a constituição biológica semelhante à nossa, poucos seriam os seus habitantes a chegar a completar um ano de idade.

E, como se não bastasse, o estranho planeta que dista cerca de 2 milhões e 900 mil quilômetros do Sol, gira em sua órbita deitado! Com efeito, Urano está inclinado sobre o plano da sua órbita ao redor do Sol de 97 graus, de modo que mostra ao Sol, numa determinada época, o pólo norte, noutra o equador, em seguida o pólo sul. E assim por diante, para efetuar novamente este ciclo. É a órbita mais inclinada de todo o sistema solar.

Urano não gira sozinho em torno do Sol. Nesta longa caminhada, conta com quinze acompanhantes. Seus cinco satélites principais: Miranda, o mais próximo, descoberto pelo astrônomo norte-americano Kuiper em 1848; Ariel e Umbriel, descobertos pelo astrônomo inglês Lassel, em 1851; Tritânia e Oberon, descobertos pelo pró-



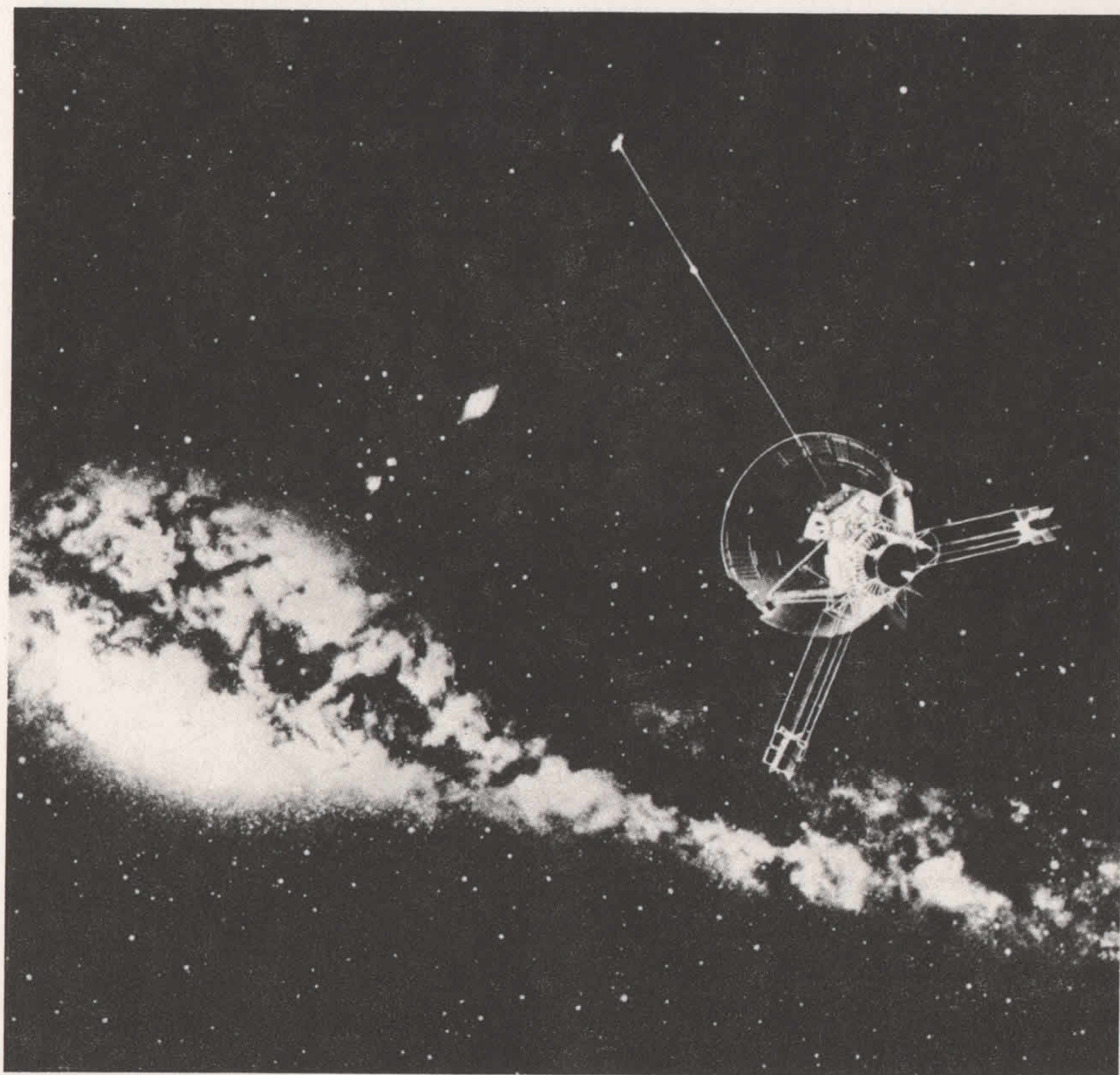
prio Herschel em 1887. Todos eles são muito pequenos. O mais importante, Titânia, tem um diâmetro de apenas mil quilômetros.

Em março de 1887, William Herschel, com seu telescópio de um metro e vinte, observou pela primeira vez um anel em redor do planeta Urano. E comentou: Urano é achatado e não tenho mais dúvidas que o planeta possui vários anéis.

O tempo passou. E como não se observou novamente tal acidente, o anel passou a ser denominado *anel ilusório* de Herschel.

Ficou como ilusório até o ano de 1977, quando o astrônomo norte-americano Elliot, sobrevoando o Oceano Índico no observatório aerotransportado da NASA, constatou sua existência. Estava observando a ocultação de uma estrela pelo planeta Urano. E teve a surpresa de observar que a estrela desapareceu cinco vezes antes de ser ocultada pelo disco do planeta. Constatou, com as sondas Voyager, que Urano tem um sistema de quinze anéis concêntricos, todos com o mesmo grau de inclinação do planeta.





Concepção artística mostrando a sonda Pioneer 10 cruzando a órbita de *Netuno* em 13 de junho de 1983; quando se transformou no primeiro objeto criado pelo homem a deixar o sistema solar. Nesta ilustração o Sol encontra-se envolto pela “luz zodiacal”.



## *Netuno e Plutão*

A descoberta do planeta Netuno foi a maior glória da astronomia matemática. As pesquisas e as observações astronômicas que culminaram com a descoberta do planeta Netuno começaram no início do século XIX.

Nesta época o astrônomo francês Bouvard constatou que o movimento de Urano parecia perturbado, uma vez que suas observações da trajetória deste planeta não concordavam com a trajetória calculada.

As pesquisas continuaram. E, com o tempo, formou-se a opinião de que o movimento de Urano poderia ser alterado pela atração de um outro planeta, até então desconhecido. Sobre isso o grande astrônomo alemão Bessel escreveria em carta ao filósofo Humboldt:

“Penso que um momento virá em que a solução do mistério de Urano será a descoberta de um novo planeta,



cujos elementos serão reconhecidos por sua ação sobre Urano e verificados por aquela que ele exerce sobre Saturno.”

Com efeito, essa era a opinião geral: da mesma forma que a atração de Urano modificava a órbita de Saturno, a atração de um planeta desconhecido poderia perturbar o movimento de Urano.

Essa teoria foi abraçada pelo astrônomo francês François Arago, que também interessou na questão o senador da República Francesa, e astrônomo, Urbain Le Verrier.

Após um árduo e longo trabalho, Le Verrier anunciou à Academia de Ciências que o planeta deveria estar na posição de 326 graus de latitude. Era o dia 31 de agosto de 1847. Logo após a comunicação, Le Verrier escreveu ao astrônomo alemão Galle comunicando-lhe o resultado de suas pesquisas. Cabe dizer que, nesta época, Galle elaborava uma carta celeste indicando a provável posição do novo planeta.

No dia 23 de setembro de 1847, no mesmo dia em que recebeu a carta de Le Verrier, Galle começou a observação do ponto indicado. E logo constatou que, realmente, existia na região uma pequena “estrela” de nona magnitude. Ela bem poderia ser o planeta de Le Verrier.

Na noite seguinte, Galle voltou a observar o ponto indicado por Le Verrier. E pôde verificar que o objeto havia se deslocado em relação às estrelas. Estava confirmado: o planeta de Le Verrier realmente existia.

É bom ressaltar que, em 1846, o jovem astrônomo inglês John Adams já resolvera o problema. Escrevera aos astrônomos George Airy, do Observatório de Greenwich, e James Challis, do Observatório de Cambridge, solicitando que verificassem a posição de um provável planeta. Nenhum dos dois deu crédito ao jovem Adams.

Dizem mesmo que a Inglaterra perdeu a chance de re-



gistrar essa grande descoberta, por culpa de uma chávena de chá. O astrônomo real George Airy teria sido chamado pela esposa para o chá no momento em que iria verificar a descoberta. Retornando logo após, o céu estava encoberto, impedindo-o de confirmar a teoria de Adams.

Assim a Inglaterra deixou ao francês Le Verrier e ao alemão Galle todo o mérito da descoberta de Netuno.

Netuno é o nome latino do deus Poseidon, a quem coube dominar o império das águas. É representado com um tridente sobre o carro puxado por cavalos brancos. Entre seus inúmeros filhos, destaca-se Tritão, nome de um dos satélites de Netuno.

Tritão foi o primeiro satélite de Netuno a ser descoberto. E desta vez, o mérito coube a um inglês: o astrônomo Lassell, em 1846.

Três anos mais tarde, outro astrônomo inglês, Kuiper, descobriu Nereida, o segundo satélite de Netuno, e muito menor que Tritão. Recentemente, em 1986, descobriu-se um anel ao redor do planeta.

Netuno é o oitavo planeta em distância do Sol. Está situado a 4 bilhões e 500 milhões de quilômetros do Sol e leva mais de 165 anos para dar uma volta completa ao seu redor.

O sucesso e a repercussão da descoberta de Netuno levaram os astrônomos a continuarem suas pesquisas, na esperança de ainda existirem outros planetas. Assim, em 1905, o diplomata americano Percival Lowell criou o seu próprio observatório em Flagstaff, Arizona, e começou suas observações em procura de um novo planeta transnetuniano.

Os cálculos de Lowell indicavam a localização do novo planeta na constelação de Gêmeos. Mas sua teoria só foi publicada em 1908, dois anos após sua morte.

Morto Lowell, os astrônomos do seu observatório



continuaram seu trabalho. E em 1930 um jovem astrônomo do Observatório de Lowell, Clyde Tombaugh, realizou o sonho de seu criador. Após uma série de observações com um telescópio de 32 centímetros, encontrou, na região indicada por Lowell, o novo planeta. O nono planeta do sistema solar foi denominado Plutão, numa homenagem ao deus romano das profundezas subterrâneas.

Está situado a 5 bilhões e 900 milhões de quilômetros de distância do Sol, levando cerca de 248 anos para circundá-lo. Possui um satélite: Caronte, descoberto em 1978.

A descoberta de Plutão foi a segunda grande vitória da astrometria, que continua empregando esforços para conseguir maiores informações sobre o último dos planetas.

Último? Talvez... Pois inúmeros astrônomos preferem acreditar na existência de pelo menos mais um planeta, ainda mais distante.





*Cometa* Arend-Roland (1957 III) segundo uma fotografia obtida por intermédio do telescópio de 1,20m do Observatório do Monte Palomar, em 29 de abril de 1957.



## *Cometas, astros com cabeleira*

O *Cometa* — o misterioso viajante do espaço... astro de extensa cabeleira e cauda, tem sido desde a mais remota antiguidade motivo de grande curiosidade e terror.

O homem sempre acreditou que os cometas anunciavam calamidade... guerras... pestes... e quem sabe, talvez, até o fim do mundo...

Assim eram vistos os cometas: enviados de Deus a pressagiar tragédias e calamidades... Sinais celestes, do descontentamento do Criador. Mas... o que na realidade são estes misteriosos astros errantes?... De onde vêm? Para onde vão?

Os cometas são astros nebulosos geralmente acompanhados de um apêndice luminoso chamado *cauda*.

Existem milhares de cometas no espaço. Mas somente quando se aproximam da Terra se tornam suficientemente



brilhantes para serem vistos a olho nu. Da mesma maneira que os outros astros, o cometa se desloca no céu todos os dias. Nasce a este e se põe a oeste.

De início, fora do alcance da nossa visão, parece uma pequena nuvem luminosa. À medida que se aproxima do Sol e seu brilho se torna mais intenso, a ponto de ser visto sem o auxílio de instrumentos, o cometa começa a desenvolver uma cauda luminosa. Curtas ou imensas, as caudas dos cometas são formadas de matéria muito leve. Tão leve e fina que é possível, através delas, observar as estrelas.

Alguns cometas têm mais de duas caudas. E, às vezes, elas se abrem em verdadeiros e indizíveis leques luminosos. Ficou célebre, aliás, o cometa de Cheseaux que, em 1744, surgiu nos céus com *seis* caudas, todas abertas em maravilhoso leque de luz azul. Foi tão belo o fenômeno que o cometa logo ditou a moda... E era comum escutar nos cabeleireiros da época...

— Por favor, Pierre... Quero o meu cabelo *à la* cometa, sim?

No entanto, apesar de toda a sua beleza, os cometas continuavam a inspirar terror. Em 1811, quando um cometa permaneceu visível durante vários meses, com sua cauda curva se espalhando no espaço num espetáculo de luz resplandecente, apavoradas, as pessoas comentavam:

— Isto é desgraça na certa!

— Com certeza, uma nova guerra!

E no ano seguinte, enquanto Napoleão sofria sua mais completa derrota na campanha da Rússia, enquanto os ingleses combatiam os americanos, era comum escutar pelas ruas...

— Eu não disse, bem que o cometa avisou!



Mas cabe ressaltar que, se o cometa anunciava desgraças, também, na opinião de muitos, trazia alguns benefícios. A safra de vinho de 1811 foi tão boa que o povo, reconhecido, batizou-a de “vinho do cometa”.

Todas estas crendices e superstições trouxeram, contudo, resultado positivo: o medo e a curiosidade popular fizeram com que a passagem dos cometas fosse sempre registrada, mesmo muitos anos antes de Cristo.

E foi consultando e analisando estes registros que os astrônomos concluíram que alguns cometas apareciam e desapareciam periodicamente. Ficou provado que certos cometas nos visitavam com certa regularidade. De tempos em tempos, eles surgiam, por isso foram chamados *cometas periódicos*.

A descoberta de que os cometas descrevem órbitas elípticas foi efetuada pelo astrônomo britânico Edmond Halley. Estudando o cometa que surgiu em 1682, Halley previu a sua volta. Segundo ele, o cometa voltaria em 1758, isto é, 76 anos mais tarde.

Halley não viveu o suficiente para ver confirmada a sua teoria. Mas, em sua homenagem, o cometa, que reapareceu na data marcada, recebeu o nome de cometa Halley.

A descoberta de que os cometas descrevem órbitas elípticas em torno do nosso Sol contribuiu grandemente para desmistificar o poder maligno destes astros.

Com a descoberta de Halley, os astrônomos não só passaram a prever as aparições dos cometas, como também a estudar as aparições passadas, analisando os manuscritos dos povos antigos.

E assim se verificou que o mais antigo registro do cometa de Halley foi feito no ano 466 antes de Cristo... Há dois mil e quinhentos anos, portanto.

Já nessa época, Sêneca, o grande filósofo grego, dizia:



“Um dia virá, onde os caminhos dos cometas serão conhecidos e submetidos a regras como aquelas dos planetas.”

O filósofo tinha razão. Vinte séculos mais tarde a astronomia pôde determinar com exatidão a órbita de um cometa.

Quando em 1910, o cometa de Halley apareceu, nessa época o povo não mais acreditava que ele fosse o prenúncio de calamidade. Muita gente porém temeu que o cometa viesse a se chocar contra a Terra.

A Terra nada sofreu. Mas, realmente, a extensa cauda de mais de 50 milhões de quilômetros do cometa de Halley atravessou o nosso planeta. É que a cauda dos cometas contém muito pouca matéria. As moléculas de gases que as compõem são raras e muito mais espaçadas que as da atmosfera terrestre.

Sobre o acontecimento de 1910, convém ler o relato do poeta Carlos Drummond de Andrade:

Aos sete anos de idade imaginei que ia presenciar a morte do mundo, ou antes, que morreria com ele. Um cometa mal-humorado visitava o espaço. Em certo dia de 1910, sua cauda tocava a Terra, não haveria mais aulas de aritmética, nem missa de domingo, nem obediência aos mais velhos. Essas perspectivas eram boas. Mas também não haveria mais geléia, *Tico-Tico*, a árvore de moedas que um padrinho surrealista preparava para o afilhado que ia visitá-lo. Idéias que aborreciam. Havia ainda a angústia da morte, o tranco final, com a cidade inteira (e a cidade, para o menino, era o mundo) se despedaçando — mas isso, afinal, seria um espetáculo. Preparei-me para morrer, com terror e curiosidade.

O que aconteceu à noite foi maravilhoso. O Cometa Halley apareceu mais nítido, mais denso de luz, e airoso deslizou sobre nossas cabeças, sem dar confiança de exterminar-nos. No ar frio, o céu dourado baixou ao vale, tornando irreal o contorno dos



sobrados, da igreja, das montanhas. Saíamos para a rua banhados de ouro, magníficos e esquecidos da morte, que não houve. Nunca mais houve cometa igual, assim terrível, desdenhoso e belo. O rastro dele media... Como posso referir em escala musical as proporções de uma escultura de luz, esguia e estelar, que fosforeja sobre a infância inteira? No dia seguinte, todo mundo se cumprimentava, todos satisfeitos, a passagem do cometa fizera a vida mais bonita.

As cabeças ou núcleos dos cometas são compostas de rochas que se mantêm agrupadas pela atração gravitacional. O Cometa West, que apareceu em 1976, possuía quatro núcleos bem visíveis, conforme fotografia do Observatório Nacional.

Os caminhos descritos pela maior parte dos cometas são elipses muito alongadas. Uma das extremidades da órbita passa muito próxima do Sol, enquanto a outra passa bastante distante.

Quando estão longe do Sol, os cometas não têm cauda. Quando próximos, uma força, talvez a ação exercida pelos raios solares sobre suas cabeças, provoca o desenvolvimento da massa gasosa que constitui a cauda. Curioso é que a cauda se dirige sempre em sentido oposto ao Sol. O núcleo do cometa reflete a luz solar, enquanto a cauda emite luz proveniente da excitação produzida pelos raios do Sol sobre suas moléculas.

O cometa Halley apareceu pela última vez em 1986. Foram lançados em sua órbita cinco sondas, com a finalidade de descobrir a sua constituição. Descobriu-se que o seu núcleo possui a forma de uma batata escura de  $15 \times 8 \times 7$  quilômetros.



## ***Meteoros, lágrimas de estrelas?***

Estrela correndo no céu pode ser motivo de encantamento. Mas muitas vezes assusta a quem a vê. O sertanejo, geralmente desconfiado, quando vê uma dessas, resmunga:

— Deus te guie...

Deus te guie, Zelação...

Com esse voto, ele pede a Deus que dirija a estrela para o mar. Porque, se caísse do céu em terra, seria o fim do mundo, que acabaria consumido pelo fogo. Se cair no mar, menos mal. A estrela apenas se transformará numa estrela-do-mar.

A impressão de que as estrelas cadentes anunciam calamidade está gravada na mente do nosso sertanejo, ho-



mem crédulo, de espírito aberto a todo o tipo de superstições, bem como de qualquer homem simples.

Quando uma estrela aparece, rápida, cortando o firmamento, ele já pensa, preocupado: “É um doente que vai morrer.” E para evitar o mal, vai logo fazendo seu pedido:

— Deus te salve, Deus te tenha!  
Que na Terra nunca venhas!

Segundo a crendice popular, quando um meteoro passa rápido, riscando de fogo a noite, quem o observa pode fazer um pedido, que será atendido — desde que o desejo seja expresso enquanto durar o clarão:

— Deus, me dê o coração do meu Pedro em casamento!

Essa superstição é difundida no Brasil. Sua origem está na Europa, onde o hábito de fazer um pedido durante a aparição de uma estrela cadente é muito antigo mesmo.

A observação das estrelas cadentes ou meteoros é prática muito antiga. O mais velho documento que registra isso é um papiro egípcio datado de 2000 antes de Cristo.

Até o século XVII, a maioria dos cientistas não aceitava a origem extraterrestre das estrelas cadentes, apesar das inúmeras provas e observações visuais existentes.

Vez por outra, pedaços de pedra eram encontrados após a passagem de meteoros. O povo, evidentemente, não sabia como isso acontecia e chegava ao ponto de adorar essas pedras, atribuindo sua vinda a algum fenômeno sobrenatural.

A chuva de estrelas cadentes que ocorreu no início de novembro de 1492, na Alsácia, chegou a ser testemunhada pelo imperador Maximiliano e seu exército. Mais



que depressa, foi interpretada como um milagre, uma antevisão da vitória do imperador.

A insistência dos cientistas em não aceitar uma origem extraterrestre para os meteoros era tal que, em 15 de abril de 1769, o grande químico francês Lavoisier afirmou na Academia Francesa:

— Pedras que caem do céu não existem!

Somente em 1803, depois de uma notável chuva de estrelas cadentes na Normandia, é que o astrônomo francês Jean-Baptista Biot confirmou de maneira indiscutível a origem cósmica do fenômeno.

Essas estrelas que correm no céu, cortando o espaço com seus rastros de fogo, são chamadas cientificamente de *meteoros*.

Os meteoros são o fenômeno luminoso que ocorre na atmosfera terrestre, resultante de atrito provocado por um corpo sólido que, chegando com grande velocidade do espaço exterior, se choca com as moléculas dos gases da nossa atmosfera, provocando seu aquecimento. Em consequência desse superaquecimento, o corpo sólido fica incandescente, uma verdadeira bola de fogo, a que chamamos estrela cadente. Algumas dessas rochas são tão pequenas que se consomem antes mesmo de atingir o solo terrestre. Outras são tão enormes que, além de produzir uma grande luminosidade e deixar um verdadeiro rastro luminoso, atingem a superfície da Terra. Essas pedras que chegam até o solo são os chamados *meteoritos*.

Aqui no Brasil, o meteorito mais conhecido já recolhido foi encontrado em 1784, na Bahia. Tem cerca de 5.300 quilos e está exposto no Museu Nacional do Rio de Janeiro. É o meteorito de Bendengó.

Na África, foi descoberto um outro, de mais de 50 to-



neladas. E na Sibéria, em 1908, caiu um meteorito com cerca de 40 mil toneladas.

Atualmente, com o incrível avanço da Ciência, os astrônomos conseguem detectar os meteoros pelo radar. Antes desse método não se tinha a mínima idéia do número de pedras que atinge a Terra todos os dias.

Hoje, sabe-se que a cada segundo milhares de pequenos pedaços de pedra e ferro chegam até a Terra. São os chamados micrometeoritos. Alguns deles têm dimensões inferiores à cabeça de um alfinete. Seu número é tão grande que, segundo alguns astrônomos, a Terra deve ter sua massa aumentada em 1.000 toneladas diariamente. Mas não há motivo para preocupações: se considerarmos a massa total da Terra, esse crescimento diário é quase insignificante.

Se, numa noite bem clara, uma pessoa ficar observando o céu durante bastante tempo, com certeza vai ver muitos meteoros. Pode acontecer até de ver um mais luminoso que as mais brilhantes estrelas do céu.

Esses são os chamados *bólidos*. Eles deixam um rastro luminoso que dura alguns segundos. E, às vezes, explodem.

Muito raramente, os bólidos atingem o solo. Quando isso acontece, se eles forem grandes de verdade, provocam uma cratera na superfície terrestre: são as crateras meteóricas.

No Estado de Arizona, nos Estados Unidos, existe uma dessas crateras. Teria sido provocada por um bólido de 150 milhões de toneladas, há cerca de 30 mil anos.

Apesar de explicados cientificamente, os meteoros — como, aliás, todos os outros fenômenos celestes — continuam envoltos num certo mistério que a alma popular insiste em cultivar.



### ***III***

## ***A Lua e os Eclipses***





Lua



## ***Lua***

A Lua, nossa eterna amiga das noites, companheira de seresteiros e namorados, sempre foi uma grande fonte de inspiração poética e de esperança mística.

Mas, afinal, o que é realmente a Lua, tão cantada pelos poetas e seresteiros?

Segundo a crendice popular, é lá que São Jorge passeia a cavalo de noite... Mas o que é realmente a Lua, do ponto de vista científico?

A Lua é uma esfera de 3.473 km de diâmetro, que gira ao redor da Terra. Como todo corpo que gira em torno de um planeta, ela é, portanto, um satélite: o único satélite da Terra.

Os astrônomos acreditam que a Lua esteja nesse movimento em volta da Terra desde que o sistema solar se formou. E isso foi há cerca de cinco bilhões de anos!



A órbita que a Lua descreve em torno da Terra é uma elipse, de modo que ela está ora mais próxima, ora mais afastada de nós. O período de uma volta completa é de 29,7 dias.

A distância média Terra—Lua é de 386 mil quilômetros. No perigeu, período em que a Lua está mais próxima do nosso planeta, essa distância cai em 26 km: fica a 360 mil quilômetros mais ou menos.

Duas semanas depois... a Lua está no apogeu, sua distância máxima da Terra. Aí, são 26 km a mais, portanto cerca de 412 mil quilômetros.

De um período para outro, o diâmetro da Lua varia. Mas a variação é tão pequena que só os astrônomos conseguem observá-la com o auxílio de instrumentos especiais.

A velocidade da Lua também varia enquanto ela está dando a volta da Terra: é maior no perigeu e menor no apogeu. Mas, em média, a velocidade é de 3.700 quilômetros por hora.

A Lua é o nosso único satélite natural. Mas existem outros no sistema solar: 54, para sermos mais exatos. O planeta Marte, por exemplo, tem dois satélites muito pequenos, em comparação com a Lua. Outros planetas têm verdadeiras famílias de satélites.

E famílias grandes, como Júpiter, o maior dos planetas, que tem 16 satélites. Saturno, o segundo em tamanho, tem 17 satélites. Urano tem 15, e Netuno dois. Nenhum satélite foi descoberto até agora em Mercúrio e em Vênus. E Plutão, o último dos planetas descobertos, tem um satélite.

Todo mundo vê e admira a Lua. Mas, se olharmos com olhos mais atentos, vamos ver alguma coisa mais: por exemplo, as manchas escuras e claras em seu disco.

Se você observar com cuidado — e até se quiser dese-



nhar essas manchas — vai descobrir que elas não se deslocam: são sempre as mesmas, no mesmo lugar, qualquer que seja a fase da Lua.

A conclusão será uma só: a Lua mantém sempre o mesmo lado voltado para nós.

Isso não quer dizer, absolutamente, que a Lua esteja parada. Pelo contrário, ela gira em torno de seu eixo! O que acontece é que os movimentos de rotação e translação da Lua são idênticos: ela gira em torno de si mesma em 29,7 dias, e em volta da Terra nos mesmos 29,7 dias.

Você mesmo pode comprovar esse efeito. Basta colocar-se de frente para uma mesa e dar uma volta completa ao redor dela, mantendo-se sempre de frente para o centro da mesa. Ao completar uma volta em torno da mesa, você terá concluído também um giro completo em torno de si mesmo.

É exatamente o que ocorre com a Lua. E essa igualdade entre o período de rotação e o de translação tem para nós, terrestres, o efeito de vermos sempre um único e mesmo lado da Lua. A mesma coisa aconteceria com um astronauta de pé na superfície da Lua: ele veria a Terra sempre na mesma posição.

Os astrônomos sempre se interessaram apenas pela face visível da Lua.

O hemisfério lunar invisível só passou a ser considerado depois que a nave russa Lunik III conseguiu fotografias de lá, em 1959.

Para você ver como a investigação científica praticamente não tem limites: até essa época, os livros afirmavam que o lado invisível da Lua jamais seria observado pelo homem.

A ciência tem realizado progressos enormes na investigação do espaço, a ponto de, como disse o poeta, ir despojando os céus de seus segredos mais íntimos. Ao cien-



tista cabe, então, ver o invisível, justamente o que parece “ser o objeto principal da poesia”, como confessou Carlos Drummond de Andrade, ao afirmar numa crônica:

— Cada vez sinto mais a força poética do conhecimento científico...

Os poetas reconhecem, portanto, a importância da investigação científica. Mas sabem também que, sem dúvida alguma, a Lua será sempre a inspiradora da poesia, da seresta e das crendices populares. E, acima de tudo isso, a eterna e fiel companheira de todos os enamorados...



## ***A Lua e suas fases***

A Lua, eterna companheira da Terra, é, depois do Sol, o mais importante de todos os astros. Através dos tempos, ela tem exercido grande influência na vida humana.

A divisão do ano em meses, por exemplo, deve-se aos movimentos da Lua, ou melhor, às suas mudanças de forma... Realmente, a Lua parece mudar não só as suas formas, mas a própria sensibilidade das pessoas. Os namorados dirigem-se a ela com a intimidade dos velhos conhecidos... e os poetas, como Augusto Frederico Schmidt, conversam com ela sobre suas saudades e lembranças:

— “Ó Lua do amor, Lua dos primeiros sonhos e das  
primeiras namoradas!”



A Lua nasce todos os dias a leste, vai subindo no céu, e depois se deita a oeste.

O nascer e o pôr da Lua são como o nascer e o pôr-do-sol e das estrelas, que ocorrem diariamente: são fenômenos aparentes. O movimento da Terra, girando em torno de seu eixo, é que nos dá a impressão de que a Lua se desloca em volta de nós.

A Terra gira em torno do seu eixo, mas a Lua tem também seu movimento próprio: nesse movimento, ela leva mais ou menos quatro semanas, para dar uma volta completa ao redor da Terra. Esse caminho que a Lua descreve em redor da Terra chama-se *órbita*. A Lua descreve sua órbita de oeste para leste, portanto no sentido exatamente oposto ao seu movimento aparente diário, do nascente ao poente.

Acontece, então, o seguinte: durante as 24 horas que a Terra leva para fazer uma volta completa sobre seu próprio eixo, a Lua avançou para leste em sua órbita: de modo que, a cada 24 horas, ela irá nascer mais tarde.

Se você acompanhar o nascer da Lua, vai reparar isto: durante duas semanas, ela nasce à noite; nas outras duas semanas, nasce durante o dia.

Para nós, observadores da Terra, a Lua parece assumir formas diferentes, num período de quatro semanas: são as *fases* da Lua.

Quando a Lua passa entre o Sol e a Terra, a luz do Sol cai sobre o lado que não podemos ver. O lado que está voltado para nós, então, permanece escuro.

A essa fase, chama-se *Lua nova*.

A Lua nova está associada a inúmeras crendices populares, de origem africana e indígena. Couto Magalhães recolheu, entre os nossos índios, canções à Lua nova — chamada por eles de *catiti*:



Catiti, ó minha mãe

Fazei chegar esta noite ao coração dele a lembrança de  
mim!...

Lua Nova! Lua Nova!

Outros, pedem à Lua nova proteção contra os males terrenos:

“Benza-me Deus, Lua nova.

De três coisas me defendas:

Dor de dente.

Água corrente,

Língua de má gente!”

A Lua, como estamos vendo, está se deslocando em relação ao Sol, de modo que sua região iluminada vai aumentando ou diminuindo, de acordo com seu movimento.

Portanto, o efeito de crescimento é apenas aparente, pois, na realidade, suas dimensões são sempre as mesmas: o que varia é a área da região iluminada.

Mas, vamos continuar acompanhando a Lua. Agora, ela avançou um pouco em sua órbita, após a Lua nova. Uma pequena parte do lado iluminado torna-se visível. A Lua surge, então, como um fino crescente de prata. E nós dizemos que ela está no seu *quarto crescente*.

Quando a Lua já descreveu metade de sua órbita, o lado que vemos está do lado oposto ao Sol — de modo que ela recebe por completo a luz solar. É a fase da *Lua cheia*.

“Da Lua nova arrenego,

Com Lua cheia me alegro.”

A Lua continua no seu caminho ao redor da Terra e a parte iluminada começa a diminuir. Quando a parte ilumi-



nada ocupa de novo metade do seu disco, a Lua está no *quarto minguante*. O povo, na sua credice, costuma até dizer:

“Quando minguar a Lua,  
Não comeces coisa algu’a.”

A Lua continua seu passeio ao redor da Terra, de modo que veremos uma parte cada vez menor do lado iluminado, até que atinja aquela posição inicial, em que fica entre o Sol e a Terra, dirigindo para nós o lado que se encontra na sombra. Aí, será de novo *Lua nova*.

Entre duas Luas novas decorrem 29 dias e meio. Quase um mês. Foi justamente observando as fases da Lua que os astrônomos-pastores da Babilônia se inspiraram para criar o *mês*.

A *semana* foi inspirada no intervalo que decorre entre uma fase e outra, que dura, aproximadamente, sete dias.

Muita gente se confunde com o quarto crescente e o quarto minguante, pois os aspectos da Lua, nessas duas fases opostas, são muito semelhantes. Mas há uma maneira fácil de guardar a diferença:

Quando a Lua tem a forma da letra *C*, ela cresce; quando tem a forma de um *D*, decresce. Quando parece um *C*, está na *fase crescente*; quando tem a forma de *D* maiúsculo, está na *fase minguante*.

Outra coisa que você já deve ter observado: quando a Lua é um fino crescente, ainda assim a parte não-iluminada apresenta uma leve luminosidade.

Você já notou isso? Pois bem, essa luz que o Sol envia à Terra é que a Terra *reflete* sobre a Lua. É a *luz cinzenta*, como é chamada.

A Lua, único satélite natural da Terra, é o astro mais próximo de nosso planeta, a cerca de 400 mil quilômetros de distância.



Até que não é muito, se comparado à distância dos outros astros.

Basta saber que, enquanto a luz da Lua leva quase um segundo para nos alcançar, a da estrela mais próxima leva três anos e meio aproximadamente.

Foi exatamente essa relativa proximidade que levou o homem a escolher a Lua como objetivo da primeira viagem espacial. E daí, esperava-se levantarem-se vozes em defesa dos poetas e dos namorados, os seres terrenos que, à exceção dos astrônomos, são com certeza os maiores apreciadores da Lua.



## *Lua e maré*

“Lua nova trovejada,  
Oito dias é molhada:  
Se ainda continua  
É molhada toda a Lua.”

“Lua nova de agosto carregou,  
Lua nova de outubro trovejou.”

“Lua fora, Lua posta  
Quatro de maré na costa;  
Lua nova. Lua cheia.  
Preamar às quatro e meia.”

“Lua empinada,  
Maré repontada.”

Essas velhas máximas populares, sobre a influência da Lua sobre as condições atmosféricas e sobre o movimento



das marés, sempre foram muito comuns no interior do Brasil.

Algumas das crendices são de origem portuguesa e foram multiplicadas de maneira notável pela população brasileira. Até hoje, acredita-se que é possível prever as mudanças do tempo — principalmente os longos períodos de chuva — pelos aspectos da Lua:

“Se vires a Lua vermelha,  
Põe a pedra sobre a telha.”

“Lua com circo,  
Água traz no bico.”

“Ares turvos e Lua com circo,  
Chuva com cisco.”

Esses ditados da sabedoria popular se baseiam em fatos concretos e têm explicação lógica. Veja só o lado científico: quando a Lua é vermelha, é porque o vapor d'água existente na atmosfera é muito intenso.

Isso acontece porque o vapor d'água absorve as luzes azuis, só deixando passar as luzes avermelhadas; então, quando existe umidade na atmosfera, o disco lunar fica realmente rosado.

O povo, vendo a Lua vermelha, já sabe que vem chuva e trata de colocar a pedra sobre a telha.

“Ares turvos e Lua com disco...  
chuva com cisco.”

Mais uma vez, a Lua indica a chuva que está para vir. Nesse caso, é chuva de vento, vai haver pois muito cisco.

Os círculos que se formam ao redor da Lua indicam que as nuvens do céu, mesmo que sejam visíveis, estão carregadas de cristais de gelo.



Existem dezenas de crendices sobre a Lua, mas na verdade não é a Lua que faz chover. O único efeito comprovado da Lua é sobre a maré.

“Lua fora, Lua posta  
Quatro de maré na costa;  
Lua nova. Lua cheia,  
Preamar às quatro e meia.”

Os pescadores, conhecedores profundos do mar e acostumados a se guiar pelos astros, sabem que isso é verdade. Tanto é assim que até existe uma música que fala:

“Pescador, pescador, joga a rede no mar.  
Aproveita a maré, aproveita o luar.”

O físico Isaac Newton foi quem demonstrou que o fenômeno da maré resulta da ação conjunta do Sol e da Lua sobre as águas do mar.

Isso foi em 1687. Mas, cinco séculos antes dele, um monge inglês tinha afirmado apressadamente:

“Eu nego absolutamente a ação da Lua sobre as águas do mar.”

Falou mal, porque não tinha base científica para fazer uma afirmação dessas. Hoje, sabe-se com segurança que, quando a Lua passa sobre os oceanos, o mar se eleva, formando o que se chama de *maré*.

Quando a Lua, em seu movimento, avança para oeste, a maré avança no mesmo sentido, dando origem a uma grande vaga ou onda. Quando as águas atingem a costa, diz-se que a maré está *alta*.

No caso oposto, quando a Lua segue para leste, as águas se afastam das praias e tem-se a *maré baixa*.



Como a Lua nasce sempre quase uma hora mais tarde do que no dia anterior, a maré se produz sempre uma hora mais tarde do que na véspera.

O Sol também exerce influência sobre as marés, embora não tanto quanto a Lua, pois, apesar de suas dimensões maiores, ele está mais afastado da Terra que a Lua.

Durante a Lua nova e a Lua cheia, o Sol, a Lua e a Terra estão alinhados de tal maneira que o efeito do Sol sobre os oceanos se soma aos efeitos da Lua.

Nesse caso, as marés são mais altas que o normal e são chamadas *marés de água-viva*.

Quando a Lua está nos quartos — quarto minguante ou quarto crescente —, os efeitos do Sol e da Lua se opõem, de modo que a maré sobe menos: é a chamada *maré de água-morta*.

Não são apenas as fases da Lua que influenciam as marés. A intensidade das marés varia também de acordo com a distância da Lua e do Sol em relação à Terra.

Assim, as marés de água-viva serão mais intensas no perigeu — no qual a Lua se encontra na máxima aproximação com a Terra... e no periélio — ponto em que o Sol está mais próximo da Terra.

Durante um mês ocorrem geralmente um perigeu e um periélio. Mas nem sempre caem nas épocas da Lua nova e da Lua cheia.

Quando acontece coincidirem, na mesma data, o periélio, o perigeu e a Lua nova, aí, então, a maré é muito intensa.

Esse é o lado comprovadamente científico dos efeitos da Lua sobre as marés. A imaginação popular se encarrega do resto.



## *Eclipse da Lua*

A Lua sempre exerceu um fascínio misterioso sobre o homem. Dos portugueses, negros e indígenas, nosso povo assimilou as mais variadas tradições sobre a Lua, que ainda perduram no interior do país. Assim diz o povo:

Mãe dos vegetais, a Lua protege o seu crescimento.

Cabelo cortado na Lua nova, cresce logo, mas afina.

Negócio realizado na Lua crescente é negócio rapidamente desenvolvido.

E o luar da Lua cheia é o melhor remédio para um amor infeliz...

Mas, de todas as crenças sobre a Lua, a mais difundida em todo o mundo se referia ao eclipse: o obscurecimento



temporário da Lua. Para muitos povos, sinal de infortúnios, desgraças e doenças.

Acontece às vezes que uma sombra invade lentamente o disco prateado da Lua cheia, fazendo desaparecer por uma hora ou mais a luz do Sol que a Lua reflete. Logo depois, a sombra vai deixando o disco lunar, até que a rainha da noite retome o seu brilho habitual.

Este fenômeno é um eclipse, acontecimento que antigamente provocava enorme pavor e confusão. Muitas pessoas acreditavam que a Lua estava sendo atacada pelos maus espíritos ou por um enorme monstro, em forma de dragão: E para libertar a Lua, o povo organizava uma série de rituais barulhentos para afugentar ou mesmo matar o dragão que queria destruí-la.

Acreditem ou não, isto aconteceu na capital do Pará, em 23 de agosto de 1887. Durante um eclipse da Lua, o povo saiu às ruas em enorme algazarra, disposto a assustar o monstro com o ruído de latas velhas, foguetes, e até tiros de revólver e espingarda...

Mas este costume não é exclusivo do folclore brasileiro. Pelo contrário. Era encontrado em todas as culturas primitivas: na China, na Índia, na África e nas Américas do Norte e do Sul. Mesmo no século XVII, na França, ainda era comum tal ocorrência. Basta lembrar a lenda mundialmente difundida de São Jorge na Lua em luta constante com o dragão.

Se, para a imaginação do povo, o eclipse é o dragão que devora a Lua, para os astrônomos este fenômeno tem explicação bem diferente: a sombra que se projeta sobre a Lua é a sombra da Terra. Sombra que cobre a superfície do nosso satélite fazendo desaparecer por algum tempo a luz do Sol que a Lua reflete.

Com efeito, a sombra da Terra se estende no espaço até um milhão e meio de quilômetros. Como a Lua não se



afasta mais de 412 mil quilômetros do nosso planeta, ocorre às vezes que ela encontra em seu caminho a sombra da Terra, ocultando-se, isto é, eclipsando-se. A este fenômeno chamamos *eclipse da Lua*.

Os eclipses da Lua só se produzem durante a Lua cheia. E quando a Terra se encontra exatamente entre o Sol e a Lua.

Se a Lua entra totalmente no cone da sombra da Terra, o eclipse é chamado *total*. Mas, se somente uma parte da superfície lunar passa pela sombra, o eclipse chama-se *parcial*.

Os eclipses totais ou parciais da Lua são fenômenos que auxiliaram bastante o desenvolvimento da ciência astronômica e mesmo da ciência em geral. Foi, por exemplo, observando um eclipse lunar que os primeiros astrônomos gregos concluíram que o nosso planeta é redondo, uma vez que a sombra projetada pela Terra na superfície da Lua apresenta um contorno nitidamente arredondado. Esta foi a primeira prova do formato redondo da Terra.

Se você já observou um eclipse total da Lua, certamente verificou que, durante o tempo em que o nosso satélite fica encoberto, sua coloração torna-se avermelhada. Este fenômeno é produzido pela atmosfera terrestre. A Terra, colocada entre o Sol e a Lua, impede a passagem de quase toda a luz solar. Uma parte desta luz, entretanto, é encurvada pela travessia na atmosfera da Terra e atinge a Lua, produzindo a coloração avermelhada.

A previsão dos eclipses não é uma conquista da astronomia moderna. Há muito que os astrônomos conhecem a periodicidade destes fenômenos, podendo prevêê-los com grande antecedência.

Estas previsões são de grande utilidade para os astrônomos e estudiosos em geral. E curiosamente serviram,



também, ao navegante Cristóvão Colombo, descobridor da América.

Conta-se que Cristóvão Colombo teve certas dificuldades em obter alimentos e água com os indígenas, extremamente necessários para a sua viagem de volta. Sabendo, pelos livros de um grande astrônomo, Abraham Ben Samuel Zacut, que um eclipse lunar iria ocorrer exatamente naquela noite, Colombo ameaçou:

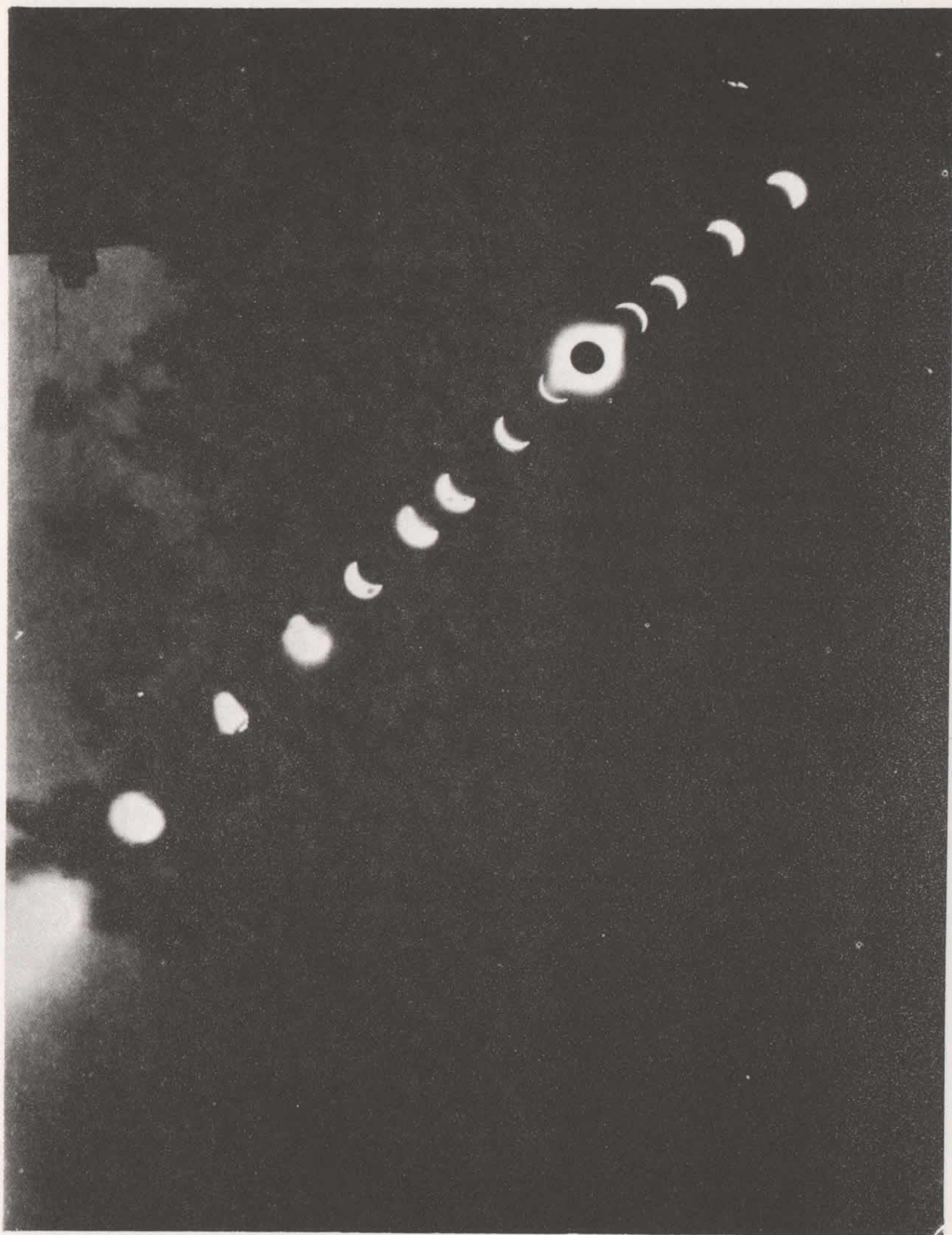
— Ou vocês me fornecem o que desejo, ou apago a luz da Lua!

Podemos imaginar o fim da história... Logo que o eclipse começou, os indígenas, apavorados, apressaram-se a atender ao que Colombo pedira...

Em certos anos, ocorrem dois, ou mesmo três eclipses da Lua. Em outros, porém, nenhum. E isto tem uma explicação muito simples: a órbita ou o caminho da Lua em torno da Terra é inclinada. Ora a Lua passa acima do cone de sombra, ora abaixo. Por isso, na Lua cheia não ocorrem eclipses do Sol.

Atualmente, os astrônomos conhecem muito bem o movimento lunar, de modo que podem prever o início de um eclipse com muitos anos de antecedência e com grande precisão.





Seqüência de 15 exposições do *eclipse do Sol*.



## ***Eclipse do Sol***

Para os povos primitivos, o desaparecimento temporário, total ou parcial do Sol era interpretado como uma luta do astro da luz contra o monstro das trevas — geralmente representado por um dragão.

Na velha China, por exemplo, era costume preparar com grande antecedência uma série de rituais, que consistiam em bater tambores durante os eclipses, para libertar o Sol do dragão que tentava devorá-lo.

Essas festividades eram tão importantes que quase todas as civilizações primitivas tinham seus sacerdotes-astrônomos encarregados de prever os eclipses com grande antecedência.

Só que, para conseguir prevêê-los, os astrônomos eram obrigados a observar todos os fenômenos celestes e registrá-los para determinar de quanto em quanto tempo ocorriam.



Foi dessa maneira que, há dois mil anos, o astrônomo caldeu Saros estipulou em 18 anos e 11 dias o período dentro do qual os eclipses se repetiriam. Uma estimativa muito precisa, mas arriscada também: naquela época, era perigoso falhar nas previsões, porque os eclipses do Sol provocavam verdadeiro terror nas pessoas.

Na Antiguidade, as pessoas achavam que, se o Sol deixasse de brilhar, a vida terminaria no nosso planeta. Quando ocorria um eclipse, dizia-se que o Sol tinha se perdido, que estava doente...

Para os incas, um eclipse total do Sol significava que ele tinha se incendiado. E para os chineses, era o dragão que o havia devorado.

Para evitar a total destruição do Sol, esses povos organizavam danças selvagens acompanhadas de grande algarra, e com isso esperavam espantar o monstro devorador de estrelas.

Durante séculos, os eclipses foram considerados prenúncios de crimes políticos ou crises sociais e econômicas. Por isso, os astrônomos eram muito bem recebidos nas cortes, já que poderiam anunciar os eclipses com grande antecedência.

Mas aí deles, se falhassem! Houve até um caso em que dois sacerdotes-astrônomos chineses foram condenados à morte por não terem previsto um eclipse.

Ficou célebre na História a previsão feita em 1779 pelo abade italiano Boscovich. Ele previu que não haveria eclipse durante o reinado de Luís XVI da França. Isso era quase uma garantia de um governo tranqüilo, e o abade, em recompensa, foi nomeado diretor do Laboratório de Ótica de Paris.

Mal sabia ele que a Revolução Francesa estava a caminho e, no decorrer dela, quatorze anos mais tarde, o rei Luís XVI seria condenado à morte.



A partir de então, começou o descrédito de tais previsões e os astrônomos de ocasião foram perdendo prestígio.

Hoje em dia, entre os povos civilizados, um eclipse não provoca mais terror, mas sim enorme curiosidade. Todo mundo quer observá-lo.

Aliás, vale aqui uma advertência para quem quiser acompanhar um eclipse: ao olhar para o Sol, é conveniente proteger os olhos com um pedaço de vidro escuro ou um negativo velado de filme.

Para os astrônomos, a ocorrência de um eclipse do Sol, principalmente quando o disco da Lua encobre totalmente o disco solar, é uma excelente oportunidade para estudar a atmosfera do Sol e outras particularidades só visíveis nessas ocasiões. Eles chegam até a fazer longas viagens para lugares onde podem observá-los melhor.

Realmente, os eclipses solares só podem ser vistos numa estreita região do globo terrestre. Com os eclipses da Lua já é diferente: podem ser observados em toda a metade da Terra sobre a qual cai a noite.

No caso do eclipse do Sol, quando a sombra da Lua atinge a superfície terrestre, cobre somente uma pequena região. Só a parte mais estreita do cone de sombra da Lua é que atinge de fato a Terra.

Essa região de sombra não tem mais que 270 quilômetros de diâmetro e, para observar o eclipse total, é preciso estar dentro dela. E mais um detalhe: a Lua se desloca a uma velocidade de mais de três mil quilômetros por hora, o que faz com que essa sombra passe muito rapidamente pelo solo. Por isso, os eclipses do Sol são sempre muito curtos.

Os eclipses do Sol se produzem, exclusivamente, durante a lua nova, justamente quando a Lua está entre a



Terra e o Sol. Embora não aconteçam obrigatoriamente eclipses sempre que há Lua nova.

Durante a Lua nova, o nosso satélite natural passa freqüentemente pelo lado superior ou inferior do disco solar.

Quando só uma parte da Lua passa por cima do Sol, o eclipse é *parcial*. É o que acontece na maioria dos casos. Mas, quando acontece de a Lua nova passar toda bem em cima do disco do Sol — o que é mais raro —, então ocorre um eclipse *total* do Sol.

Os eclipses parciais são os mais freqüentes, mas os totais são mais importantes, pois durante seu desenrolar pode-se observar a atmosfera solar com maior riqueza de detalhes.

A Lua não se mantém sempre à mesma distância da Terra. Assim, pode ocorrer que ela esteja muito afastada, de modo que nem a ponta do cone de sombra atinja a superfície terrestre.

Nesse caso, quem estiver observando o eclipse verá que a Lua não chega a encobrir todo o Sol: o bordo do disco solar permanece visível ao redor, como se fosse um anel brilhante. Isso se chama eclipse *anular* do Sol.

A cada ano, ocorrem de dois a cinco eclipses do Sol. A não ser em casos especiais, apenas um deles é total.

Para um determinado ponto da superfície terrestre, um eclipse do Sol só se repete a cada 350 anos. E sempre na Lua nova, é bom lembrar.

Nós frisamos que os eclipses do Sol só acontecem na Lua nova, porque muita gente parece desconhecer esse fato. Foi o caso do escritor português Eça de Queirós que, em *As Minas do Rei Salomão*, produziu um dos maiores absurdos astronômicos, ao relatar o diálogo entre um barão e o capitão do navio:



— Que dia é hoje?

— 3 de julho.

O barão e o capitão voltaram a examinar as dádivas de Tuala, quando, daí a instantes, o capitão exclamou com os olhos no almanaque:

— É curioso! Amanhã, 4 de julho, há um eclipse total, visível em toda a África! Deve começar às duas horas e quarenta minutos... Bom terror vão ter os pretos!

Escassamente demos atenção àquela notícia; e, como o capitão findara de escrever, preparamo-nos para partir, porque o Sol descia... A Lua surgia, magnificamente clara, quando Infandos apareceu, com todas as suas plumagens e armas de gala, acompanhado de vinte guerreiros.

Repare que Eça de Queirós se refere a uma Lua magnificamente clara, naturalmente uma Lua cheia. E aí está o absurdo, pois é impossível que, na véspera de um eclipse do Sol, ocorresse uma Lua cheia.



*IV*  
*Universo em Expansão*



## ***Brilho das estrelas***

Quantas vezes, numa noite estrelada, não paramos para olhar o céu e nos perguntamos romanticamente: que mistérios haverá por trás daqueles pontinhos brilhantes? Que segredos, por trás daquela Lua cheia plantada no escuro impenetrável?

Para nós, simples espectadores da noite, o céu, as estrelas, tudo isso, é vagamente misterioso e aparentemente inexplicável. Mas não para os astrônomos. Para eles, amigos íntimos dos astros, tudo tem uma explicação.

Uma coisa, pelo menos, nós, observadores comuns, podemos perceber num simples olhar para o céu: nem todas as estrelas têm o mesmo brilho. Algumas brilham intensamente... outras, ao contrário, apenas são perceptíveis a olho nu.

Outras estrelas ainda só serão visíveis para nós com o auxílio de uma luneta ou de um telescópio. Isso sem falar



de algumas estrelas que estão inteiramente fora do alcance de nossa vista: seu brilho é tão fraco que, para registrá-las, os astrônomos são obrigados a usar câmaras fotográficas especiais, e, mesmo assim, é preciso fixá-las durante horas.

A diferença de brilho entre as estrelas pode ser constatada facilmente por qualquer pessoa que se disponha a observá-las.

Os astrônomos não se limitam a observar o céu: querem medir as diferenças de brilho entre as estrelas transformando o resultado em valores numéricos que permitam fazer uma comparação entre elas.

“Só é científico aquilo que se pode medir”, dizia o físico inglês Lorde Kelvin. Realmente, para os cientistas, não é suficiente saber que uma estrela é mais luminosa que outra: eles precisam determinar *quantas* vezes.

Os primeiros a adotar um processo de classificação do brilho das estrelas foram Hiparco e Ptolomeu, astrônomos gregos.

Na verdade, eles não dispunham de qualquer instrumento especial e tinham que fazer a estimativa a olho. Desde essa época, o brilho de uma estrela visível é anunciado por um número de ordem: primeira magnitude, para as estrelas mais luminosas... segunda magnitude, para as que vêm logo abaixo, até a sexta magnitude, para as estrelas de brilho mais fraco, aquelas que a olho nu são apenas perceptíveis. As estrelas de sexta magnitude são 100 vezes menos brilhantes que as de primeira.

Até a construção da primeira luneta, por Galileu, só se conseguia observar as estrelas até a sexta magnitude. Assim mesmo, o próprio Galileu pressentia a existência de outras, de brilho bem mais fraco.

Na verdade, o número total de estrelas é incalculável:



qualquer coisa assim como os grãos de areia que existem numa praia.

Em qualquer regra há uma exceção: existe algumas estrelas — poucas, é verdade — que são ainda mais brilhantes que as de primeira magnitude. Um exemplo é a estrela Sírius.

Diante dessa constelação, houve necessidade de ampliar a escala. Os astrônomos resolveram, então, descer abaixo de zero, como se faz com a temperatura.

Surgiram, assim, as magnitudes zero, e as negativas: menos um, menos dois, menos três... Só que, neste caso, quanto mais baixo, maior o brilho.

Sírius, por exemplo, é uma estrela de magnitude *menos 1*. A Lua tem a magnitude *menos 13* e o Sol, a mais brilhante de todas, é *menos 27*.

Mas ainda há outros detalhes nessa história do brilho das estrelas. As estrelas de uma mesma constelação são chamadas, de acordo com seu brilho, pela ordem das letras do alfabeto grego. Como a primeira letra do alfabeto grego é *alfa*, a estrela mais brilhante de uma constelação será exatamente a *alfa*. A segunda mais brilhante, ainda seguindo o alfabeto grego, será a *beta*... A terceira mais brilhante será a *gama*, e assim por diante...

Observe, por exemplo, a constelação do Cruzeiro do Sul, que se vê facilmente no céu: a estrela mais brilhante, a que forma a base da cruz, é a Alfa do Cruzeiro. A segunda em brilho, é a Beta do Cruzeiro, que está posicionada no braço esquerdo da cruz. A terceira, repare só na parte superior da cruz, é chamada Gama do Cruzeiro; a quarta, Delta do Cruzeiro no braço direito da cruz.

As estrelas alfa, portanto, são as mais brilhantes. Elas podem ou não ser de primeira magnitude, mas devem ser as mais brilhantes da constelação.

Veja o caso de Sírius, a estrela alfa da constelação do Cão Maior. Ela é tão brilhante que, há dois mil anos atrás,



serviu de referência para regular o calendário egípcio, pois sua aparição, pouco antes do nascer do Sol, coincidia com a chegada do verão. *Sírius* significa *ardente*.

Para os astrônomos egípcios o nome de Sírius era *Canícula*, pois lembrava o cão que, com seu latido, anunciava a chegada do verão. O nome ficou e, hoje, nós chamamos o calor muito forte de *canícula*.

Sírius é uma estrela muito fácil de localizar no céu. Nos meses de verão, ela é vista próxima ao zênite. É uma estrela que está relativamente perto de nós. Só que, nessa questão de estrelas — como aliás com todos os corpos celestes —, a palavra *proximidade* é muito relativa. A luz de Sírius, por exemplo, leva oito anos e meio para chegar à Terra.

A estrela Sírius não vive só: tem uma companheira, que é também uma estrela chamada Cãozinho. A presença desta estrela foi revelada pelo estudo matemático do movimento de Sírius. E, a partir de sua descoberta, passou a ser objeto de grande interesse: afinal, não é qualquer estrela que anda com um cãozinho ao lado...

Quem viu pela primeira vez o Cãozinho foi Alvan Clack, quando testava uma grande objetiva. Como ele desconhecia os trabalhos teóricos sobre o movimento de Sírius, pensou que aquela imagem secundária fosse um defeito da objetiva. Sírius, portanto, como se diz em Astronomia, é uma estrela dupla.

Quando se diz que Cãozinho é secundário, pode parecer que é pequeno. Ao lado de Sírius, realmente dá essa impressão. Mas, na verdade, sua massa é enorme e muito densa. E mais um detalhe: para se ter idéia do tamanho dos astros: o Cãozinho leva 30 anos para dar uma volta completa ao redor de Sírius.



## *Temperatura das estrelas*

Para os poetas, as estrelas e os astros são eternos motivos de inspiração, às vezes longe da verdade, mas próximo da realidade sensível.

Foi assim para o poeta Manuel Bandeira, que em sua imaginação romântica viu no céu uma estrela fria:

Vi uma estrela tão alta!

Vi uma estrela tão fria!

Carlos Drummond de Andrade chegou a ver estrelas geladas!

Agora estou consolada

Disse tudo o que queria

Subirei àquela nuvem

Vou ver estrela gelada.



Enquanto, para os poetas, as estrelas são frias ou geladas, para os astrônomos, que conhecem os mistérios do universo, as estrelas possuem temperaturas elevadíssimas.

O Sol, por exemplo — que é a estrela mais próxima de nós, tem uma temperatura de mais de seis mil graus centígrados em sua superfície. No seu interior, essa temperatura pode chegar a mais de 20 milhões de graus.

Entretanto, nenhum poeta vai afirmar que o Sol é uma estrela fria, pois sua proximidade e a quantidade de calor que ele nos transmite são suficientes para deduzirmos que sua temperatura é muito elevada.

Já para as outras estrelas, o raciocínio não é o mesmo. Em virtude das imensas distâncias que nos separam, não nos enviam tanto calor quanto o Sol. Se reunirmos todo o calor que nos chega de 200 bilhões de estrelas durante anos a fio, não conseguiremos aumentar de um grau centígrado nem uma simples colher cheia de água.

Na verdade, apesar dessa intensidade calorífica insignificante, os astrônomos conseguem determinar, por meio de instrumentos especiais, a temperatura das estrelas.

Convém lembrar que a única estrela que vemos numa forma esférica é o Sol. Todas as outras aparecem no mais poderoso telescópio como simples pontos luminosos, por causa de sua distância da Terra.

É justamente o estudo da luz dessas estrelas que fornece aos cientistas suas características físicas, tais como as dimensões e as temperaturas.

Algumas estrelas são mais frias que o Sol; outras são mais quentes.

Para os físicos, não é difícil calcular a temperatura de uma estrela, pois eles sabem que, quanto mais azul é uma



chama, mais alta é a sua temperatura. Ao contrário, as chamas vermelhas indicam temperatura mais baixa.

E, analisando as cores das estrelas através dos espectrógrafos, aparelhos que decompõem a luz, os astrônomos chegam a uma conclusão sobre sua temperatura.

A temperatura da superfície de uma estrela branco-azulada pode atingir cerca de 30 mil graus. Essas são as mais quentes. As estrelas amarelas como o Sol têm uma temperatura de superfície de aproximadamente seis mil graus. E as estrelas vermelhas, apesar das aparências, são as mais frias: têm de dois a três mil graus centígrados de temperatura.



## ***Distância das estrelas***

O mundo do céu... Real, sem dúvida... Mas cheio de maravilhas. Habitado por astros de todos os tipos e ainda por heróis, deuses e os mais variados personagens fantásticos.

Vamos conhecer a constelação do Centauro. Por isso, antes de mais nada, uma pergunta: Você sabe o que é um centauro?

Nos antigos tempos da civilização greco-romana existiram, ou pelo menos assim diz a lenda, seres monstruosos metade homens, metade cavalos. Eram os centauros. Homens da cintura para cima e cavalos da cintura para baixo. Tinham portanto dois braços de homem e quatro patas de cavalo... Além disso, comiam carne crua e possuíam hábitos violentos e selvagens.

Por aí vocês podem imaginar o medo que os humanos tinham dos centauros... Assim, viviam separados, ho-



mens e centauros. Até que um dia surgiram dois centauros que contribuíram para esta aproximação: Quíron e Folos, centauros bastante diferentes dos outros. Dizem mesmo que eram cultos, gentis e prestativos aos homens...

Quíron era filho de Saturno ou Cronos, importante deus da mitologia antiga. Devido à sua origem divina morava numa gruta do monte Pélion, na Tessália, longe dos outros centauros selvagens. Era perito em Medicina e Astronomia. Como médico, praticando a cirurgia, tornou-se bastante conhecido na época. Foi ele, aliás, quem realizou o primeiro transplante de que se tem notícia. Seus conhecimentos astronômicos eram tão desenvolvidos que foi chamado para orientar os argonautas, heróis navegantes, em suas conquistas marítimas.

Por tudo isso, Quíron mereceu um lugar no céu, entre as estrelas. Quíron era um semideus, filho de Saturno, deus do Olimpo, com Filiras. Era, portanto, imortal. No entanto, morreu... E que foi atingido no joelho por uma flecha envenenada, durante uma batalha. Com sua medicina, Quíron tentou curar a ferida. Mas a flecha tinha sido disparada por Heracles, ou Hércules, outro semideus. E todos sabiam que as feridas feitas pelas flechas envenenadas de Hércules eram incuráveis.

Vendo que iria passar à eternidade sofrendo as dores do veneno, Quíron suplicou aos deuses que o matassem. Foi então que Prometeu, que era mortal, abriu mão do seu direito de morte. Quíron morreria e ele, Prometeu, viveria eternamente. Assim, Quíron, o centauro gentil, subiu aos céus, encontrando o seu repouso entre as estrelas, justamente na constelação do Centauro.

Tudo isso é lenda. Parece que os centauros foram simplesmente o povo que em primeiro lugar conseguiu domesticar os cavalos. Excelentes cavaleiros, os centauros teriam sido representados sempre como um misto de homem e cavalo.



Lenda ou realidade, o Centauro está lá no céu. E você pode localizá-lo facilmente. Basta voltar-se para o Sul e observar a constelação do Cruzeiro do Sul. A constelação do Centauro envolve o Cruzeiro do Sul pelo lado direito, pela parte superior e pelo lado esquerdo.

À direita da constelação do Cruzeiro do Sul estão duas estrelas de grande brilho. A mais brilhante, a da direita, chama-se Alfa do Centauro. A outra, Beta do Centauro.

Ao lado desta denominação científica, simplificada, as estrelas recebem, ainda, nomes próprios. Alfa do Centauro, por exemplo, é também chamada Tolimã.

Agora, uma curiosidade: os nossos índios viam na constelação do Centauro dois pescadores, representados pelas suas duas estrelas mais brilhantes: Alfa e Beta do Centauro. Os dois pescadores lá estão, sempre tentando apanhar o Peixe-Boi, nome que os índios dão ao Saco de Carvão, mancha escura situada na constelação do Cruzeiro do Sul.

Em 1689 os astrônomos descobriram que Alfa do Centauro, na realidade, era constituída por duas estrelas companheiras. Estas estrelas levam 80 anos para dar uma volta completa ao redor da outra.

Desde esta descoberta já foram registradas mais de três voltas da estrela secundária em torno da principal. É fácil, no momento, observar as duas componentes de Alfa do Centauro, separadamente.

Alfa do Centauro seria, então, mais um exemplo de estrela dupla, ou seja, sistema de estrelas ligado entre si pela ação da gravidade, da mesma maneira que a Lua e a Terra. Mas, em 1916, esta hipótese foi afastada. Pois descobriu-se que Alfa do Centauro possui uma outra estrela companheira, de brilho bem mais fraco. Esta última estrela forma, juntamente com as outras duas, um sistema triplo.

A terceira companheira de Alfa do Centauro recebeu a



denominação de Próxima do Centauro. Esse nome se justifica pelo fato de ser esta estrela a mais próxima da Terra, depois do Sol.

Agora vamos saber como foi possível aos astrônomos determinar que a estrela Próxima do Centauro é a estrela mais próxima da Terra. Em outras palavras: como os astrônomos conseguem medir a distância entre uma estrela qualquer e a Terra? É simples. Basta utilizar o sistema da *paralaxe*. Preste atenção: em nossa vida diária, utilizamos, sem saber, o método indireto de medida a distância. Toda vez, por exemplo, que atravessamos uma rua, verificamos a que distância os carros se encontram. Esta idéia poderá ser demonstrada de maneira muito simples por qualquer pessoa que, mantendo o dedo indicador a certa distância dos olhos, procure observar os objetos situados ao fundo. Você também pode fazer esta experiência. Em primeiro lugar, mantenha firme o dedo verticalmente a certa distância dos olhos, bem em frente ao nariz. Olhe primeiro com o olho esquerdo somente. Depois, sem mover a cabeça e o dedo, olhe com o olho direito. E observe que o dedo parece mover-se para a direita e para a esquerda em relação aos objetos que se encontram ao fundo. Esta mudança de posição do dedo em relação aos objetos que se encontram ao fundo é denominada de efeito de paralaxe ou, mais simplesmente, paralaxe.

Para medir o afastamento das estrelas, os astrônomos partem do princípio que a Terra gira em torno do Sol. No verão, a Terra se encontra a 300 milhões de quilômetros do ponto em que se encontra no inverno.

Assim, os astrônomos fotografam a mesma região do céu no inverno e no verão, determinando o deslocamento de uma estrela mais próxima em relação às outras mais distantes.

A paralaxe de uma estrela é, portanto, o ângulo sob o



qual um observador, situado em uma determinada estrela, vê o raio da órbita terrestre.

Um outro método é empregado habitualmente para indicar a distância das estrelas: o ano-luz.

Como o nome indica, ano-luz é a distância percorrida em um ano pela luz. Como a velocidade da luz é de 300 mil quilômetros por segundo, o ano-luz é igual a 9 trilhões e 500 bilhões de quilômetros.

A estrela Próxima do Centauro está situada a 4,3 anos-luz, ou melhor, a 41 trilhões de quilômetros da Terra.

A luz da Próxima do Centauro viaja quatro anos e quatro meses para chegar até nós. Isso significa que, se acontecesse hoje um cataclismo que destruísse a Próxima do Centauro, somente daqui a quatro anos e quatro meses o fenômeno poderia ser observado da Terra.

A linguagem que nos chega das estrelas vem sempre com um grande atraso, apesar de a velocidade da luz ser quase instantânea.

Além de nos permitirem viajar pelo espaço infinito, as observações astronômicas nos ajudam também a retroceder no tempo. É por isso que se costuma dizer que a Astronomia é uma ciência que ultrapassa a qualquer romance de ficção científica.





Galáxia espiral NGC 4565 vista de perfil segundo foto como telescópio de 193cm do Observatório de Haute-Provence.



## *Vida e morte das estrelas*

As nebulosas, esses maravilhosos corpos celestes, luminosos e difusos, que permanecem fixos entre as estrelas. Existem muitas nebulosas no céu: grandes, pequenas, claras e escuras. Cerca de 300, pelo menos, são conhecidas e catalogadas pela moderada astronomia.

Mas, por muito tempo, as nebulosas perturbaram e confundiram os astrônomos. Houve um aliás que, sem a menor intenção, acabou se notabilizando por causa delas. Seu nome era Charles Messier. Sua nacionalidade, francesa. E sua história...

A maior ambição de Charles Messier era tornar-se famoso, descobrindo o maior número possível de cometas. Como se sabe, o cometa leva o nome do descobridor.

Charles Messier ficou famoso. Não pelos cometas que descobriu, mas pelo catálogo que elaborou dos corpos celestes luminosos que ia encontrando em suas pesquisas.



Vamos explicar melhor: existem no céu pequenas manchas difusas que parecem cometas mas que na realidade são apenas nuvens luminosas. Essas nuvens ou manchas luminosas são as nebulosas, que prejudicavam bastante as pesquisas de Messier. Procurando cometas, encontrava nebulosas. Foi assim que, para evitar a confusão entre nebulosas e cometas, Charles Messier decidiu catalogar também as posições das nebulosas no céu.

Charles Messier só conseguiu descobrir uma dezena de cometas. Mas catalogou mais de cem nuvens luminosas. Por isso, tornou-se notável. Sua lista de nebulosas é utilizada até hoje pelos astrônomos e os corpos celestes que localizou são denominados *objetos Messier*.

Procurando cometas para se immortalizar, Messier tornou-se famoso pela pesquisa de apoio que a tarefa exigia.

Os tempos passaram. E com o progresso da Ciência os telescópios tiveram a sua potência aumentada. Foi aí que os astrônomos perceberam que algumas nebulosas catalogadas por Messier na realidade se separavam em grupos compactos de estrelas. A fraca potência da luneta do astrônomo francês foi a causa do engano. Mas muitos dos objetos de Charles Messier eram realmente massas de gás que a luz das estrelas próximas tornam luminosas. Se você observar com um binóculo, nos meses de verão, as três estrelas da constelação de Orion poderá distinguir claramente a mais linda nebulosa de todo o céu: a nebulosa de Orion.

É muito fácil localizar a nebulosa de Orion. Todo mundo já ouviu falar das Três Marias, estrelas muito brilhantes que aparecem no céu durante o verão. Pois bem. As Três Marias pertencem à Constelação de Orion. E junto a elas podemos ver três outras estrelinhas muito fracas, perpendiculares às três anteriores. Essas três estrelinhas são conhecidas popularmente por “As três Mariazinhas”.



É junto à estrela central das Três Mariaszinhas que se vê uma pequena nuvem luminosa, a nebulosa de Orion.

A nebulosa de Orion é na realidade uma enorme nuvem de poeira cósmica e gás. É tão extensa que a luz, para atravessá-la, leva aproximadamente 30 anos. No entanto, parece bem pequenina para nós. É que está localizada a 1.500 anos-luz de distância do nosso planeta.

Existem nebulosas luminosas e nebulosas escuras. Suas dimensões, em média, são de dois milhões e meio de quilômetros, ou seja, mais de 1.000 vezes o diâmetro do nosso sistema solar.

Nas nebulosas brilhantes, podemos encontrar pontos escuros. Essas manchas seriam, segundo os astrônomos, as regiões mais densas da nebulosa. E os astrônomos também acreditam que um dia essa matéria irá se contrair para formar novas estrelas.

Além das nebulosas brilhantes, luminosas, existem as nebulosas escuras. São regiões bem mais escuras que se destacam no céu. Algumas delas são visíveis a olho nu. Um bom exemplo é a que se localiza perto da constelação do Cruzeiro do Sul.

A nebulosa do Cruzeiro do Sul é chamada de “Saco de Carvão”. É a mais conhecida das nebulosas escuras. Por isso, por analogia, chamamos todas as nebulosas escuras de saco de carvão.

Os sacos de carvão parecem verdadeiros buracos no céu. Durante muito tempo pensou-se que neles nada existia. Hoje sabemos que as manchas escuras são espessas nuvens de poeira cósmica que absorvem a luz existente no fundo do céu.

Algumas nebulosas brilhantes se apresentam em forma de disco ou anéis luminosos bastante regulares, com uma estrela extremamente quente no centro. Admi-



te-se que essas nebulosas se formam quando uma estrela explode e lança gases que se distribuem no espaço.

Um exemplo desse tipo de nebulosa poderia ser o Caranguejo, situada na constelação do Touro. As crônicas chinesas no ano de 1054 relataram a explosão de uma estrela nessa região. Toda vez que um radiotelescópio é dirigido para a nebulosa do Caranguejo, uma forte radiação elétrica é registrada. Supõe-se assim que a sua estrela central emite ondas hertzianas.

A explosão de estrelas é um tema que muito tem preocupado os astrônomos. E segundo pesquisas atuais ela poderia ser sintoma de dois fenômenos: primeiro, *a morte da estrela*: uma verdadeira implosão que obstruísse toda a emissão luminosa; segundo, *o nascimento de uma estrela*: emissões de uma nuvem de hidrogênio ao se transformar em estrela.





Resto de uma supernova, na constelação do Cygnus (Cisne), obtida com o telescópio de 193cm do Observatório de Haute-Provence.



## *Estrelas variáveis*

Como diria o poeta Mário de Andrade, a primeira visão do céu noturno parece “uma batalha de confete branco”. Ou um salpicado de pontos luminosos, que só diferem entre si pelo brilho e pela diversidade de coloração.

À medida que os astrônomos foram fazendo o reconhecimento desses pontos luminosos, a impressão primitiva de homogeneidade foi desaparecendo. Hoje sabe-se que cada estrela é única em suas características e possui uma personalidade, uma particularidade qualquer que a torna diferente das outras.

A mais estranha propriedade das estrelas é a sua luminosidade variável. São autênticas estrelas-fenômenos, que parecem não aceitar o conformismo de suas outras companheiras.

Quem primeiro notou a existência dessas estrelas variáveis foi o pastor holandês David Fabricius, em 1596.



Uma noite percebeu que uma bela estrela que ele havia observado meses antes, na constelação da Baleia, havia desaparecido.

Alguns meses mais tarde, lá estava ela de novo, mas novamente seu brilho começou a diminuir e a estrela tornou a desaparecer. Fabricius contou o fenômeno a seu amigo, o grande astrônomo Ticho Brahe.

Conhecida a história, os astrônomos concordaram que o estranho comportamento dessa estrela rompia com todos os princípios até então aceitos, que vinham desde a Idade Média. Então... o céu não é imutável, como ensinou Aristóteles.

Encantado com sua descoberta, Fabricius batizou essa estrela com o nome de Mira-Celi, que significa a “Maravilha da Baleia”.

Se naquela época já existisse a luneta, Fabricius teria percebido que Mira-Celi não se apagava de todo: apenas reduzia o brilho. De qualquer maneira, sua descoberta chamou a atenção do mundo para um novo fenômeno. Mais tarde, os astrônomos conseguiriam determinar o intervalo de tempo que a estrela leva para atingir o seu brilho máximo.

Esse período é de 332 dias consecutivos, durante os quais ela passa da nona à segunda magnitude. Isso pode ser visto por qualquer pessoa que, nas noites de verão, observe, no ponto mais alto do firmamento, a constelação da Baleia.

Mira-Celi é uma variável do tipo pulsante. Parece uma enorme bola, 300 vezes superior ao Sol, que se dilata e se contrai, aumentando o brilho à medida que aumenta o diâmetro.

Atualmente, são conhecidas cerca de 15 mil estrelas variáveis, de muitos tipos. Algumas são facilmente expli-



cáveis, como as do tipo eclipsante, formadas por duas estrelas: uma luminosa e outra escura.

A variabilidade de brilho é produzida pela companhia escura que, em seu movimento, oculta em parte a estrela mais brilhante, diminuindo assim o brilho global do sistema.

O tipo mais notável das variáveis eclipsantes é a estrela Algol, cuja variação de brilho pode ser observada na constelação de Perseu, nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, no quadrante norte. Essa estrela dupla é composta de dois astros que gravitam ao redor de um mesmo centro de gravidade. A variação se produz quando um dos astros passa diante do outro, eclipsando assim uma parte da luminosidade da estrela principal, a intervalos regulares. No caso de Algol, o eclipse leva aproximadamente quatro horas. Ela passa da segunda magnitude, em seu máximo, à quarta magnitude, em seu mínimo.

Existem variáveis a curtos e a longos períodos. Todas as estrelas parecem apresentar variações mais ou menos semelhantes às do Sol, que manifesta uma variação periódica de 11 anos, causada, talvez, pelas mudanças de sua constituição física interna. As variáveis que interessam mais aos astrônomos são aquelas que possuem períodos quase rigorosamente constantes, e cuja variação de brilho ocorre com uma precisão de um centésimo de magnitude.

As estrelas variáveis são verdadeiros faróis celestes e a melhor desse tipo pertence à constelação de Cefeus. É chamada de Delta do Cefeus, nome que deu origem a todas as estrelas com a mesma característica.

As cefeidas, como são conhecidas todas as estrelas desse tipo, possuem períodos que podem ser de algumas horas ou de algumas semanas. Da mesma maneira que Mira-Celi, essas estrelas são bolas gigantes que se dilatam e se contraem com rigor quase matemático.



A descoberta mais importante sobre as cefeidas foi feita por uma astrônoma norte-americana, Miss Leavitt; ela conseguiu determinar que o período das variáveis cefeidas depende da potência luminosa da estrela. Quanto maior o período de variação do brilho de uma cefeida, mais luminosa a estrela. Tal descoberta permite aos astrônomos determinar a distância entre as estrelas. E olhem que, no oceano do espaço, essas distâncias são às vezes superiores a 2 milhões de anos-luz.

As estrelas estão muito presentes na vida de todos nós: na poesia, na música popular, onde quer que a imaginação nos conduza. A verdade é que todos somos apaixonados das estrelas. Mas essa paixão romântica pode ser canalizada para terrenos mais práticos, científicos mesmo. A observação das estrelas variáveis, por exemplo, é um domínio da pesquisa em que os astrônomos amadores podem ser muito úteis. Com certo treino, um observador leigo pode chegar a estimar a magnitude de uma estrela com até um décimo de precisão. Ora, como existem mais de 15 mil estrelas a serem observadas sistematicamente, a colaboração dos observadores amadores é fundamental. Foi com essa finalidade que se organizaram, nos Estados Unidos e na França, diversas associações que agrupam observadores para colaborar com os astrônomos profissionais.

Existem até cartas celestes especiais, que permitem localizar uma variável e indicar as magnitudes das estrelas vizinhas cujo brilho não varia. Comparando a estrela variável com as outras vizinhas, pode-se obter uma estimativa de brilho, ao mesmo tempo em que se determina a hora da observação. Por que você não experimenta? Afinal, ver estrelas pode ser uma experiência fascinante.



## *Estrelas explosivas*

Cada povo primitivo tinha suas próprias idéias sobre as estrelas. E, como os fenômenos celestes quase sempre se identificavam com a religião, no seu aspecto misterioso, havia uma classe de sacerdotes-astrônomos que estudavam o céu.

Na China, esses astrônomos eram encarregados de vigiar o céu e anunciar ao imperador todos os fenômenos que observassem: meteoros, cometas, estrelas.

Séculos depois, muitas dessas observações dos povos primitivos foram descobertas, às vezes gravadas em pedras, outras vezes inscritas em papiros. Um desses documentos, de autoria de um astrônomo da corte da China, registrava um acontecimento excepcional. Dizia ele:

Durante o primeiro ano da era *Chich-ho*, uma estrela apareceu no céu, a algumas polegadas da estrela Tien Kuan. Depois de mais de ano, esta estrela não deixou de ser visível.



A data registrada pelo astrônomo chinês, de acordo com o nosso calendário, era 4 de julho de 1054. E a estrela, nós sabemos hoje, era a Zeta da constelação do Touro. Em outro manuscrito, lia-se o seguinte:

A estrela era visível durante 23 dias e, ao redor dela, a luz se irradiava em toda direção. Sua luz era de coloração avermelhada.

Essa estrela misteriosa desapareceu e os homens se esqueceram de sua existência. Os séculos foram passando...

No século XVIII, um astrônomo francês, Charles Messier, que procurava cometas no céu, resolveu estabelecer uma lista de todas as nebulosidades existentes para não se confundir em suas observações. Nesse catálogo está registrada uma pequena nuvem, quase insignificante, que ele descobriu junto da estrela Zeta do Touro.

Um século mais tarde, o inglês Lord Ross, usando um grande telescópio, procurou estudar a forma estranha dos braços dessa nebulosa, que fazia lembrar um caranguejo. Foi dessa lembrança que veio sua atual denominação: Nebulosa do Caranguejo.

Qualquer pessoa pode localizar a Nebulosa do Caranguejo, durante as noites estreladas de verão: ela fica ao norte do zênite — que é o ponto mais alto do firmamento —, próxima à estrela Aldebarã, na constelação do Touro.

Esta nebulosidade continuou a ser estudada. Mais tarde, os astrônomos verificaram a existência, no seu interior, de uma gigantesca reação nuclear. Seu núcleo é como um grande reator nuclear, o que produz a sua expansão constante.

Mas, como surgiu a Nebulosa do Caranguejo? Estudando a velocidade de sua expansão e pesquisando aque-



les antigos documentos chineses, os astrônomos descobriram que ela nasceu da explosão de uma estrela, há 800 ou 900 anos.

O que são “estrelas explosivas”?

Elas podem ser de dois tipos: as *novas* e as *supernovas*. A luminosidade das novas é multiplicada por fator de 10 mil vezes durante 2 ou 3 dias; quanto às supernovas, seu brilho é multiplicado por um fator de 100 milhões de vezes. A Nebulosa do Caranguejo é formada dos restos da explosão de uma supernova.

A existência de estrelas explosivas é um fenômeno raro. A cada ano, descobre-se uma média de cinco novas. As supernovas são mais raras ainda: uma em cada três séculos.

As estrelas são imensos reatores nucleares, criados pela força da gravidade e distribuídos no espaço em sistemas estelares chamados *galáxias*. Suas explosões são semelhantes à explosão de uma bomba de hidrogênio, portanto muito poderosas.

Recentemente, os astrônomos descobriram ramificações nebulosas semelhantes a um véu de noiva, nas constelações da Vela, da Popa e da Bússola. Esse conjunto, que parece ser o objeto mais extenso e complexo do céu, foi produzido pela explosão de uma supernova, há 10 mil anos.

Diante dessa sucessão de catástrofes cósmicas, uma pergunta já deve ter surgido na mente dos leitores: sendo o Sol uma estrela também, será que ele pode explodir como as outras estrelas?

A resposta, por enquanto, é uma incógnita. Mas uma coisa é certa: toda estrela já passou ou ainda passará por essa fase.

Então, vem uma outra pergunta: será que o Sol já passou por ela?



Até agora, com os nossos atuais conhecimentos, a pergunta é irrespondível. Só se pode garantir uma coisa: uma supernova, pelo menos, o nosso Sol não será. Para nós, isso não faria diferença: se o Sol explodisse como uma supernova, a morte seria tão rápida que ninguém teria tempo para compreender o que estava acontecendo. A não ser que estivesse numa outra galáxia: aí, o espetáculo seria inesquecível!

É para evitar uma catástrofe dessas proporções que os astrônomos pesquisam. As pesquisas científicas e as viagens espaciais têm exatamente o objetivo de garantir a sobrevivência e o bem-estar da humanidade.





Galáxia Messier 51 na constelação de Canes Venatici (Cães de Caça) obtida com o telescópio de 193cm do Observatório de Haute-Provence.



## *Aglomerados estelares*

Observando o céu numa noite estrelada, temos a impressão de que as estrelas estão muito próximas umas das outras. Impressão falsa, na realidade enormes distâncias as separam.

Se imaginarmos que as estrelas são do tamanho de bolas de futebol e reduzidas as distâncias que as separam às mesmas proporções, poderíamos verificar que a distância média das estrelas mais próximas entre si seria superior a oito mil quilômetros.

Na verdade, distância real entre as estrelas, na maior parte do céu, é superior a 100 anos-luz. O que significa que a luz, em sua velocidade de 300 mil quilômetros por segundo, levaria 100 anos para percorrer o caminho entre uma e outra. Em outras regiões, no entanto, a distância entre as estrelas é relativamente pequena. São os *aglomerados estelares*.



Os aglomerados estelares não são apenas estrelas que parecem agrupadas a olho nu, como é o caso das constelações. Ao contrário: os aglomerados são na realidade grupos de estrelas que além de estarem associadas entre si pela atração gravitacional, possuem, inclusive, um movimento de conjunto no espaço cósmico. Exemplos típicos de aglomerados estelares são as Plêiades e as Híades, na constelação do Touro, e o Presépio, na constelação do Câncer. Esses três aglomerados são visíveis a olho nu.

Os aglomerados das Plêiades, Híades e do Presépio são denominados aglomerados estelares *abertos*, uma vez que as distâncias entre suas estrelas são enormes. No aglomerado do Presépio, por exemplo, a distância média entre as estrelas é de quatro anos-luz.

Existem mais de 300 aglomerados abertos catalogados pelos astrônomos. O diâmetro médio de cada um é de 20 anos-luz. E cada aglomerado deste tipo possui de 20 a 1.000 estrelas.

Um outro tipo de aglomerado de estrelas, o aglomerado *globular*, tem a forma esférica, conforme o nome indica. Neste aglomerado, a distância média entre as estrelas é de um ano-luz.

O aglomerado globular mais conhecido é o da constelação de Hércules, que se apresenta, a olho nu, como uma pequena estrela difusa. Sua luz percorre 34 mil anos até chegar à Terra.

Visto através de um telescópio, o aglomerado globular de Hércules é maravilhoso. Uma enorme bola feita de luminosas estrelas brancas...

O aglomerado de Hércules possui mais de 50 mil estrelas, algumas tão próximas que se torna impossível distingui-las isoladamente, mesmo com o auxílio do mais poderoso telescópio.



A luz leva exatamente 100 anos para percorrer o aglomerado de Hércules, de uma extremidade a outra.

No hemisfério Sul temos ainda outros dois maravilhosos aglomerados globulares: os das constelações do Centauro e Tucano, que aparecem como duas difusas mechas estelares visíveis a olho nu.

Ao observar a constelação do Centauro com um binóculo, podemos constatar a existência do aglomerado de Ômega Centauro, uma difusa massa nebulosa esférica que se constitui de milhões e milhões de estrelas, situadas a 16 mil anos-luz.

Junto à estrela 47 da constelação de Tucano, encontramos outro lindo aglomerado globular, situado a 14 mil anos-luz.





Galáxia NGC 5128, na constelação de Centaurus (Centauro); em seu interior encontra-se a rádiofonte Centaurus A.



## ***Via-Láctea***

A Via-Láctea é a mancha leitosa que atravessa o céu de um lado a outro do horizonte, tão fácil de se ver nas noites sem luar, longe das luzes artificiais das cidades.

É importante acentuar “noites sem luar” e “longe das cidades”. Pois a luminosidade da Via-Láctea é muito tênue, não resistindo à concorrência das luzes artificiais que poluem as maravilhas do céu.

Via-Láctea significa caminho de leite. E este nome, a exemplo de tantos outros que designam os fenômenos celestes, está ligado à mitologia grega.

Os pastores gregos acreditavam que a mancha leitosa que corta o céu era o caminho que a deusa Juno percorria todos os dias, quando amamentava os filhos. Gotas de leite caíam diariamente do seio de Juno. E pouco a pouco essas gotas formaram a Via-Láctea, esteira luminosa da cor do leite.



As antigas civilizações, não podendo explicar cientificamente os fenômenos que observavam no firmamento, utilizavam-se da fantasia para melhor compreender o universo. Assim, as opiniões divergiam. Para outros, a Via-Láctea era o caminho percorrido pelo Carro do Sol, que todos os dias atravessava o céu. E, para outros ainda, era apenas a estrada que conduzia à morada dos deuses ou ao palácio de Júpiter, o grande deus do raio.

Muitos carros percorriam aquela estrada levantando grande quantidade de poeira visível de muito longe. Realmente, a Via-Láctea, uma esteira branca de poeira cósmica, poderia parecer, para a fértil imaginação da época, a poeira que a grande caravana levantava ao percorrer aquela estrada celestial.

Muitas hipóteses foram levantadas, mais tarde, para explicar o fenômeno da Via-Láctea. Teofrasto, por exemplo, afirmava, no século IV antes de Cristo que aquele arco reluzente eram os pontos nos quais estavam soldadas as duas metades da esfera celeste. Com o passar do tempo e o progresso da ciência, verificamos que a realidade supera a mais bem arquitetada fantasia. Na verdade, a Via-Láctea é um agrupamento de mais de cem bilhões de estrelas semelhantes ao nosso Sol. Apenas não conseguimos distingui-las, porque estão muito longe, mas muito longe mesmo...

Quem descobriu que a Via-Láctea era composta de estrelas foi o astrônomo italiano Galileu, ao voltar para o céu a luneta que construía. Mas vale a pena lembrar que 400 anos antes de Cristo, na Grécia Antiga, Demócrito já acreditava ser a Via-Láctea formada por uma infinidade de estrelas.

A Via-Láctea é a nebulosa que constitui nossa galáxia. É formada por estrelas, gases e partículas sólidas que os astrônomos chamam de grãos ou poeira. O nosso sistema



solar faz parte dela. Assim, o Sol é apenas uma das bilhões de estrelas que a compõem.

Nossa galáxia é plana, semelhante a uma panqueca, levemente espessa na parte central. Assemelha-se também a um ovo frito, com a gema na parte central mais elevada.

Este imenso ovo frito deve medir 100 mil anos-luz de diâmetro e trinta mil anos-luz na região central da gema. Isso significa que a luz leva aproximadamente 100 mil anos para atravessar a Via-Láctea de um extremo a outro, a uma velocidade de 300 mil quilômetros por segundo.

Dissemos que a Via-Láctea é composta por uma infinidade de estrelas: mais de 100 bilhões... Realmente todas as estrelas que podemos ver, a olho nu ou com o auxílio de lunetas e telescópios, fazem parte da nossa galáxia. E se você quiser ter uma idéia de sua imensidão, imagine um modelo de galáxia assim constituído: grãos de areia, representando estrelas separadas por 8 km do mais próximo vizinho. Estes grãos formariam um modelo cuja extensão seria igual à distância entre a Terra e a Lua.

Quando olhamos na direção da menor espessura da nossa galáxia, vemos as estrelas bem distribuídas, espalhadas pelo céu. Quando, porém, olhamos na direção do plano da galáxia, isto é, na direção da sua parte mais extensa, vemos um grande número de estrelas que se confundem, formando um lindo caminho de luz: a Via-Láctea.

Cem bilhões de estrelas! Imagine só que para contá-las, você e mais dois amigos, sem perder tempo, contando dia e noite, uma estrela em cada segundo, levariam 10 anos para chegar a um bilhão. Seriam precisos mais de 100 anos para três pessoas contarem todas as estrelas de nossa Galáxia...

A Via-Láctea gira em torno do seu centro da mesma

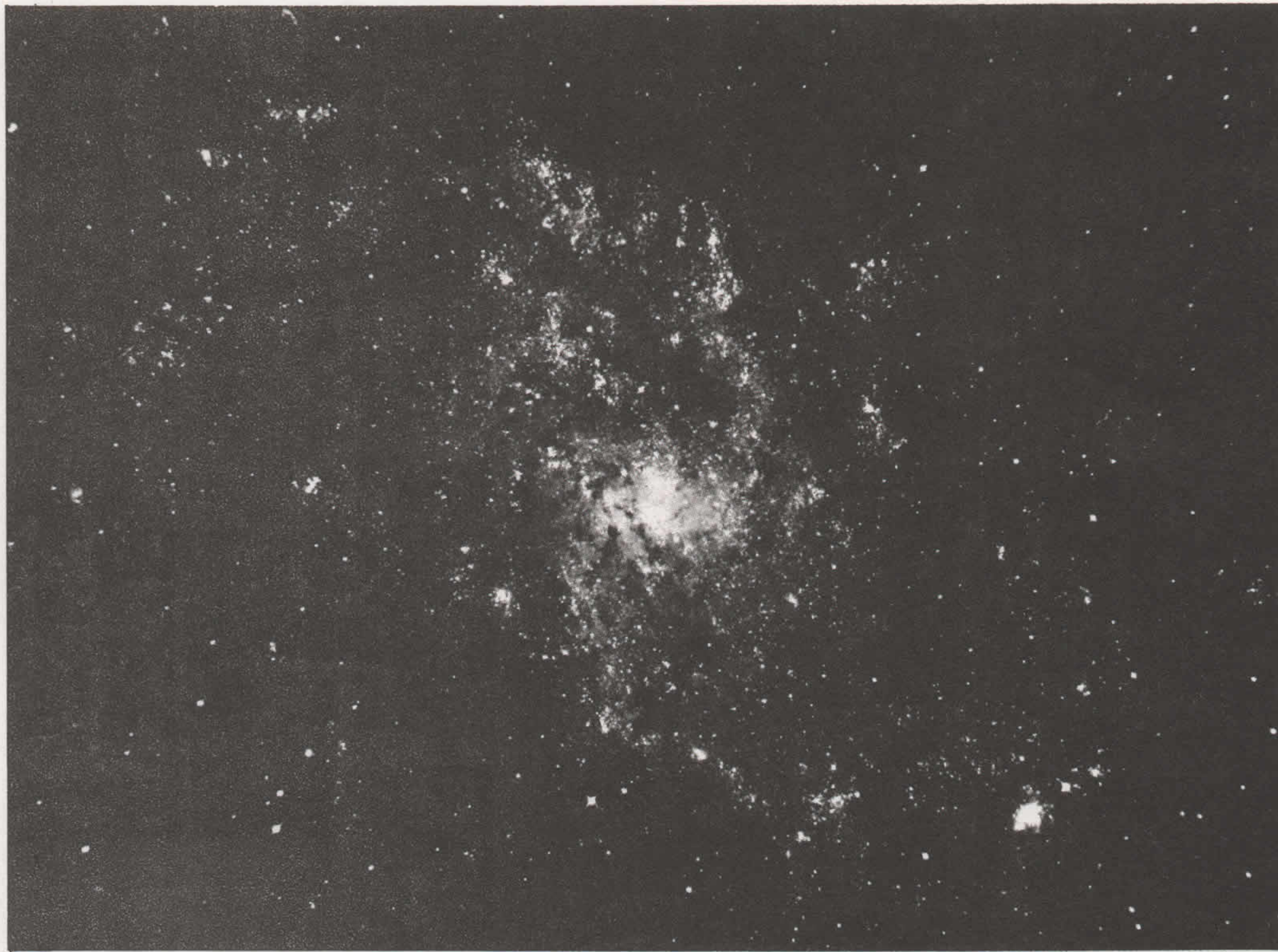


forma que os planetas em torno do Sol. Este movimento se completa em 200 milhões de anos. Como a Terra está situada entre o centro e o bordo da Galáxia, nossa velocidade é naturalmente muito menor que a velocidade do bordo.

E nós viajamos à 500 quilômetros por hora!

É... Nunca poderíamos imaginar, ao iniciar nossa leitura, que iríamos viajar tão longe.





Galáxia espiral Messier 33, segundo fotografia com o telescópio de 193cm do Observatório de Haute-Provence.



## ***Galáxias, universos-ilhas nos espaços siderais***

Foi a descoberta da luneta que tornou possível distinguir as estrelas entre as nuvens brancas e leitosas da Via-Láctea.

A luneta desvendou o segredo da nossa galáxia. E daí em diante passou-se a acreditar que todos os planetas, as estrelas e as nebulosas faziam parte de um mesmo sistema.

Não se imaginava nada mais além. Toda a matéria do espaço formaria uma única galáxia: a Via-Láctea.

A idéia de uma galáxia única permaneceu por algum tempo. Há dois séculos, entretanto, o astrônomo inglês William Herschel resolveu tirar a coisa a limpo.

Para estudar a estrutura do universo, William Herschel projetou e construiu os mais poderosos telescópios da época. E com o auxílio de sua irmã Carolina começou a observar todo o céu.



Ao fim de alguns anos, William e Carolina conseguiram estabelecer a forma da Via-Láctea.

O mais notável de todo o trabalho de William Herschel foi a descoberta de um grande número de manchas luminosas e difusas que receberam o nome de nebulosas.

O que seriam, na realidade, as nebulosas?

Essas minúsculas formações não poderiam ser corpos imensos, situados a grande distância, talvez até além de nossa galáxia?

Estas e muitas outras perguntas começaram a surgir na mente de nosso astrônomo. Até que um dia Herschel chegou a uma conclusão revolucionária: Talvez existam outras galáxias... Sistemas de estrelas tão distantes que sejam como universos-ilhas no imenso mar do espaço sideral.

Partindo dessa teoria, Herschel tentou então descobrir de que matéria eram formadas as nebulosas, tão misteriosas e afastadas. Seus instrumentos, entretanto, se bem que os maiores da época, não eram poderosos o suficiente para demonstrar a estrutura das nebulosas. Assim, somente um século depois, quando a tecnologia na construção de instrumentos ópticos alcançou maior desenvolvimento, é que foram desvendados os segredos das nebulosas.

Foi Lorde Ross quem constatou que a maior parte das nebulosas que se viam na área da Via-Láctea eram de constituição gasosa, de aspecto realmente nebuloso.

Ao mesmo tempo, percebeu que as outras nebulosas situadas fora da Via-Láctea eram diferentes, principalmente aquelas que pareciam pequenos objetos planos alongados com braços enrolados em forma de espirais.

As pesquisas continuavam. E no início do século os astrônomos de Monte Wilson e mais tarde do monte Palomar fizeram uma interessante descoberta: fotografando



as nebulosas, notaram que a mais próxima delas, a nebulosa de Andrômeda, que parecia a olho nu como uma pequena mancha difusa, era na realidade um enorme aglomerado de estrelas.

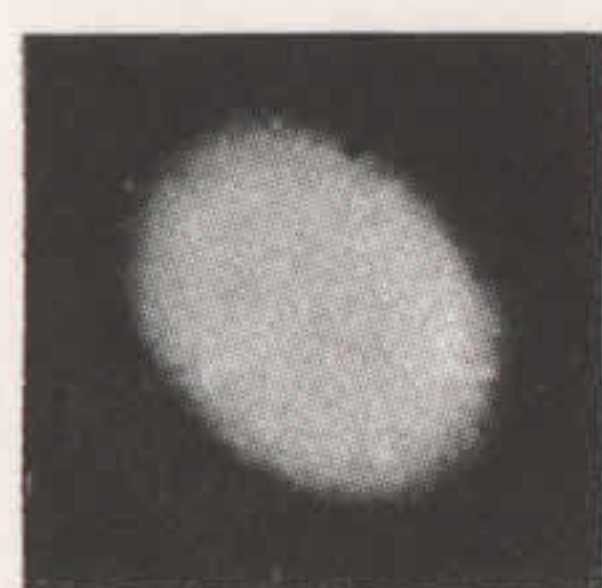
Os astrônomos começaram, então, a calcular as suas distâncias. E qual não foi a surpresa ao descobrirem que a nebulosa mais próxima, a de Andrômeda, se encontrava a uma distância superior a um milhão e meio de anos-luz!

Isto significa que a luz que nos atinge agora partiu de Andrômeda há um milhão e meio de anos, isto é, talvez bem antes do surgimento da nossa civilização na Terra.

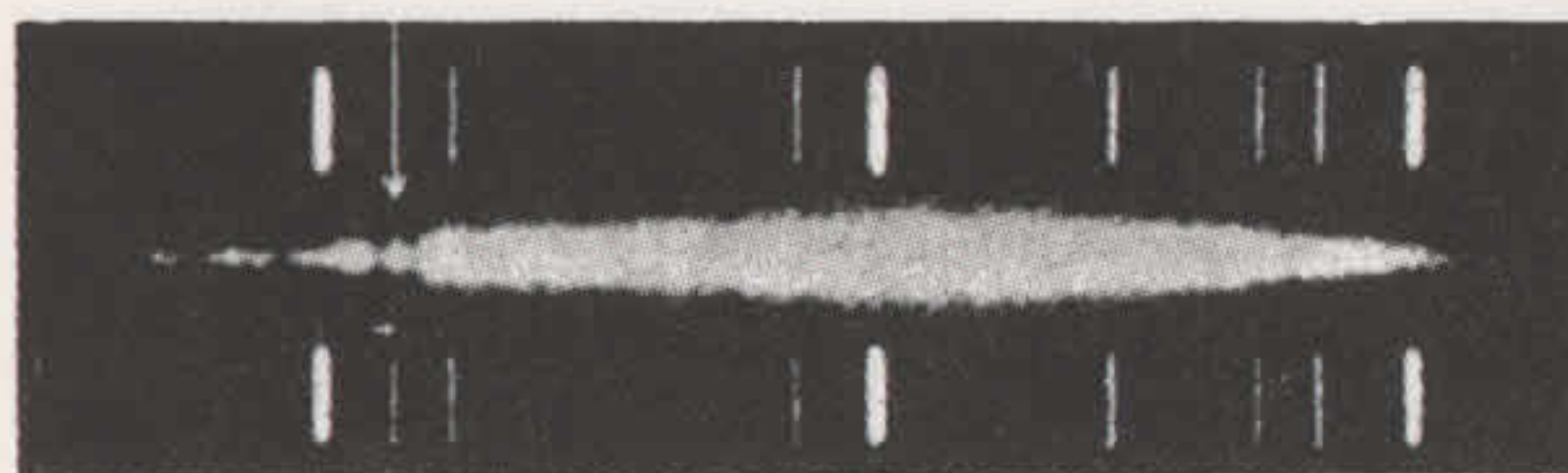
Mas não foi tudo. O mais incrível foi o número de outras nebulosas extragaláticas que começaram a ser descobertas.

E assim os limites do universo conhecido começaram a se expandir.





**VIRGO**



1100 km sec<sup>-1</sup>



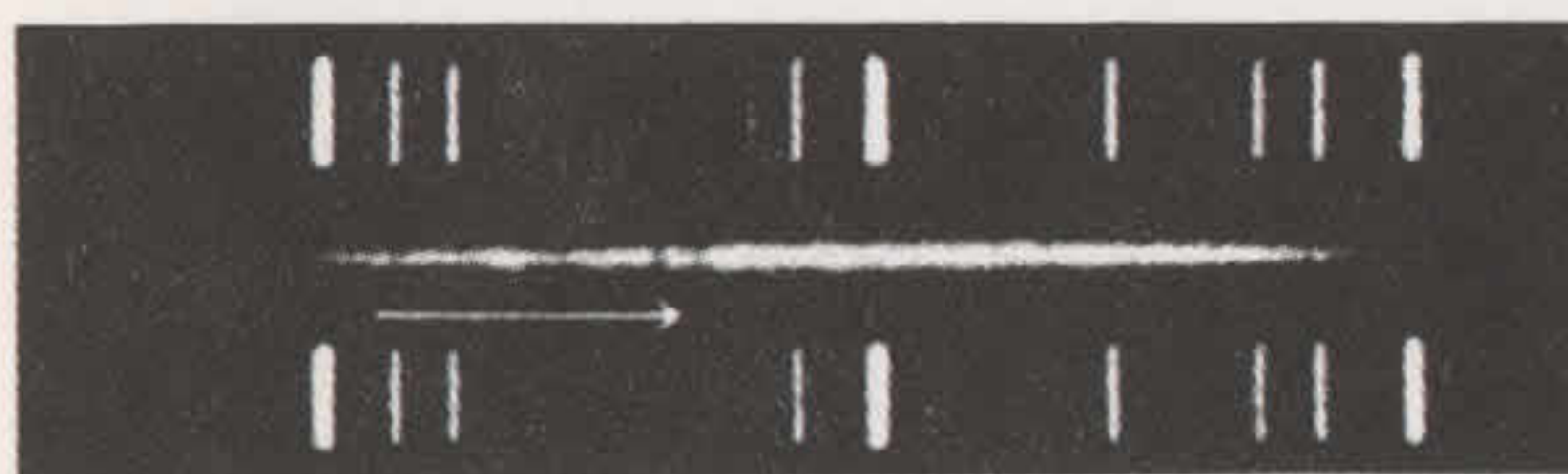
**URSA MAJOR**



15000 km sec<sup>-1</sup>



**CORONA BOREALIS**



20500 km sec<sup>-1</sup>



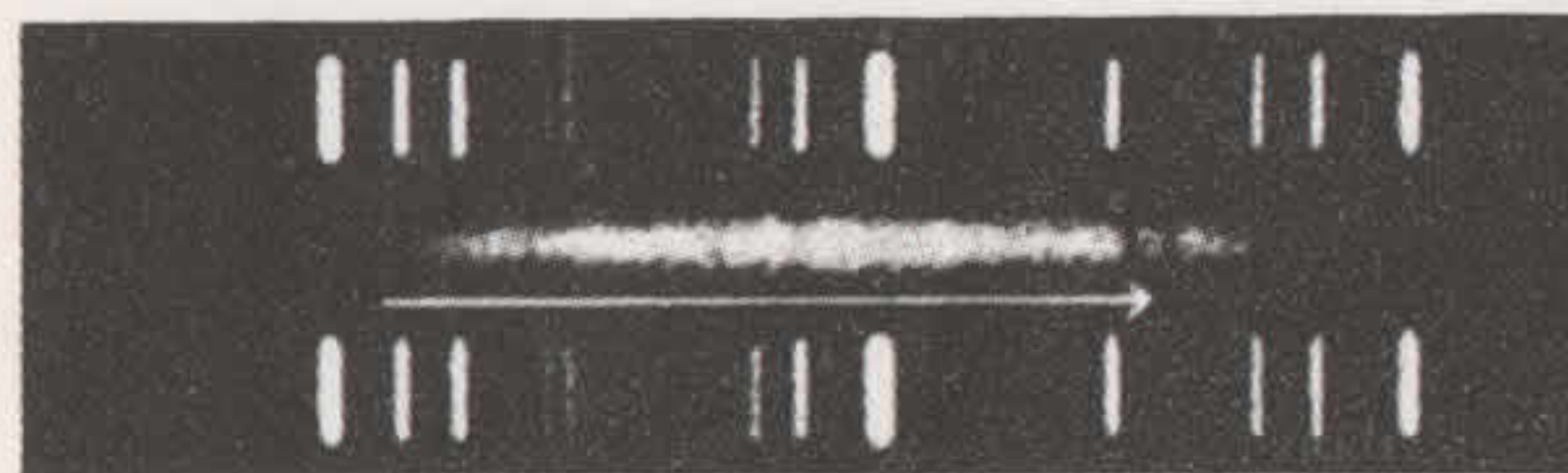
**BOOTES**



36500 km sec<sup>-1</sup>



**HYDRA**



55000 km sec<sup>-1</sup>

*A velocidade recessão das galáxias.* As cinco galáxias, identificadas segundo a constelação a que pertencem, são mostradas com seus respectivos espectros, obtidos, em condições idênticas, com o espelho de 5 metros de Monte Palomar. A galáxia Virgo está mais próxima da Terra, as demais a distâncias crescentes, de cima para baixo. O espectro da galáxia em horizontal, no meio de cada espectrograma, apresenta, acima e abaixo, espectros artificiais de comparação. Nos espectrogramas estão marcadas as duas linhas H e K de absorção, particularmente nítidas nas galáxias elípticas, e cujos deslocamentos para a direita, ou seja, para o vermelho, indicam a velocidade de fuga das galáxias. Verifica-se que as galáxias mais próximas possuem um menor desvio para o vermelho, enquanto as mais distantes apresentam um desvio maior.



## *Universo em expansão*

Quando os astrônomos descobriram que as misteriosas galáxias nada mais eram que sistemas estelares idênticos à nossa Via-Láctea, era o início do século XX, o século das conquistas maravilhosas. E assim, o homem imaginou que o limite do universo estava ao seu alcance.

Nada mais falso. Ao analisar as fotos obtidas com o auxílio do maior telescópio da época, o do observatório norte-americano do Monte Palomar, os astrônomos verificaram que existia uma enorme variedade de galáxias. Milhões e milhões de sistemas estelares, com as mais diversas formas.

Atualmente, a astronomia distingue três grandes tipos de galáxias: as elípticas, com formas de discos alongados... as espirais, semelhantes às rodinhas dos foguetes de São João... e as de formato irregular. Essas formas ou tipos parecem representar um mesmo tipo de corpo celeste em diferentes estágios do seu desenvolvimento.



Os astrônomos acreditam que a longa vida de uma galáxia começa quando uma enorme nuvem de poeira e gás cósmico se contrai e forma as estrelas. Assim, de início as galáxias teriam formato irregular. Mais tarde, girariam sobre si mesmas, desenvolveriam braços, dando origem às nebulosas espiraladas. E finalmente, ao envelhecer, as galáxias perderiam a sua forma espiral, tornando-se pequenas e elípticas.

A nossa Via-Láctea parece ser de idade média. Sua forma é espiralada. E o nosso sistema planetário está localizado num dos braços dessa enorme espiral.

A nossa galáxia, a Via-Láctea, possui dois pequenos companheiros, muito menores que ela. Parecem dois pedaços da Via-Láctea. Podem ser vistos a olho nu no céu do Brasil, nos meses de janeiro e fevereiro. E são denominados de Grande Nuvem e Pequena Nuvem de Magalhães.

As Nuvens de Magalhães estão situadas, aproximadamente, a 150 mil anos-luz e giram em torno da Via-Láctea como satélites em torno do planeta principal.

Ainda no início deste século os astrônomos insistiam em desvendar o imenso segredo das galáxias. E o grande impacto surgiu quando chegaram à conclusão de que as galáxias estão se expandindo numa velocidade fantástica... De fato, tudo parece indicar que as galáxias começaram a se expandir em virtude de uma enorme explosão que teria sido a origem de todo o universo.

Um imenso universo que se expande parece fugir a todo o pensamento inicial da Ciência... Mas os astrônomos não desistem e tentam representar este universo; pergunta-se: Quantas galáxias existem? Respondem: 500 milhões. Pelo menos este é o número acessível a um telescópio com alcance de até dois milhões de anos-luz.

Para muitos o Universo é infinito... Difícil imaginar



sua ampliação. Todavia, um universo com limites parece também inaceitável.

Agora, vamos supor que vivemos em outro planeta, em outra galáxia. Imaginaremos que no imenso e grandioso universo existisse uma Via-Láctea, e nessa Via-Láctea de 100 bilhões de estrelas, um minúsculo planeta de 13 mil quilômetros de diâmetro habitado por seres inteligentes que pressupõem um universo sem fronteiras.



Atendemos também pelo Reembolso Postal  
LIVRARIA FRANCISCO ALVES EDITORA S.A.  
Rua Sete de Setembro, 177 — Centro  
20.050 — Rio de Janeiro, RJ



Este livro foi impresso nas oficinas da  
EDITORIA E GRÁFICA POLAR LTDA.  
Rua Sotero dos Reis, 1A — Rio de Janeiro, RJ

Atendemos também pelo Rembolsa Postal  
LIVRARIA FRANCISCO ALVES EDITORA S.A.  
Rua Sotero dos Reis, 1A — Centro  
20.020 — Rio de Janeiro, RJ





Francisco  
Alves

qualidade há mais de um século